Niveau(x) d'enseignement: 8 Numéro EDUQ : 6970064
Centre d'intérêt: 650

Lacroix, Robert, 1940-.

Les conséquences de la décentralisation régionale des activités de R-D / par Robert Lacroix et Fernand Martin. -- Sainte-Foy : Conseil de la science et de la technologie, 1987.
157 p. ; 28 cm. -- (Document / Conseil de la science et de la technologie du Québec ; 87-01)

Code: 2101-0039 ; 870-0411. Bibliogr. : p. 137-142.

ISBN 2-550-17187-X

Vedette(s)-secondaire(s): Martin, Fernand • Conseil de la science et de la technologie (Québec)

Descripteur(s): Sciences • Technologie • Recherche et développement • Développement régional • Développement économique • Décentralisation • Relations université-communauté • Relations université-entreprise • Analyse coûts-bénéfices • Politique gouvernementale • Politique de recherche

Identificateur(s) de nom: Grande-Bretagne • France • Canada • Etats-Unis

L'étude vise à fournir un cadre conceptuel, des analyses et des faits qui permettront de juger de la faisabilité et de l'opportunité d'une politique scientifique québécoise favorisant une certaine décentralisation régionale des activités de R-D. Elle comprend dix chapitres. Le premier situe la dimension de l'activité de R-D québécoise par rapport à quelques grands pays industrialisés. Le chapitre deuxième présente un modèle d'évaluation et, au chapitre troisième, les auteurs vérifient l'existence d'économies de dimension dans trois secteurs d'activité de R-D. Les chapitres 4, 5 et 6 présentent une étude de la distribution spatiale de l'activité de R-D aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne, en France, au Canada et au Québec. Le chapitre septième traite des complexes scientifiques et techniques, tandis que le chapitre huitième aborde la question des avantages de la décentralisation de la recherche pour la région réceptrice d'activités de recherche. Le chapitre neuvième traite de la décentralisation des activités de R-D et des universités. Le dernier chapitre apporte la conclusion: les bénéfices nets de la décentralisation de l'activité de R-D et l'opportunité d'une régionalisation de la politique scientifique.

Type de document: r

Conseil de la science et de la technologie

Les conséquences de la décentralisation régionale des activités de R-D

Par: Robert Lacroix et Fernand Martin

Québec

EDUQ
8970084

LES CONSÉQUENCES DE LA DÉCENTRALISATION RÉGIONALE DES ACTIVITÉS DE R-D

par

Robert Lacroix et Fernand Martin

Conseil de la science et de la technologie
Document no 87-01
Mai 1987

Le présent rapport est disponible au secrétariat du Conseil.

La composition de ce rapport a été réalisée sur micro-ordinateurs à l'aide d'un logiciel de mise en page, tandis qu'une imprimante au laser a servi à produire la copie originale.

CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

2050, boul. Saint-Cyrille Ouest, 5e étage
Sainte-Foy (Québec)
G1V 2K8

Tél.: (418) 643-6179

© Gouvernement du Québec

2ème tirage - octobre 1987

Dépôt légal - 2e trimestre 1987

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

ISBN 2-550-17187-X

Avant-propos

Les incidences géographiques de la science et de la technologie constituent un sujet d'une grande actualité. Les nouvelles technologies ont un impact révolutionnaire sur le développement industriel. Elles en bouleversent la structure et le déploiement dans l'espace. Ce problème complexe dont l'enjeu est capital pour le Québec préoccupe également tous les pays. Pour être à la fine pointe de la R-D dans les nouvelles technologies, des ressources humaines et institutionnelles de plus en plus considérables sont nécessaires. Le plus souvent, c'est dans les régions les plus urbanisées qu'on les retrouve. Par ailleurs, si les nouvelles technologies de communication, les nouveaux procédés micro-électroniques industriels et d'autres applications de la micro-informatique ouvrent la voie au renouvellement de la structure économique, elles semblent également provoquer une certaine décentralisation de l'activité économique à l'extérieur des grandes agglomérations urbaines.

Le Conseil étudie le problème de la régionalisation de la politique scientifique et technologique en faisant la distinction entre les milieux producteurs d'innovations, d'une part, et les milieux récepteurs d'innovations, d'autre part. Dans le cadre de l'examen général de cette importante question et tout en tenant compte de cette distinction, le Conseil a commandité plusieurs études.

Depuis plusieurs années, le Conseil poursuit une vaste opération de bilans de l'activité scientifique et technologique des diverses régions du Québec. Amorcée en 1982 par le bilan de la région du Saguenay - Lac Saint-Jean - Chibougamau (région 02), cette opération a inclu successivement les bilans des cinq régions suivantes: région 04, Mauricie - Bois-Francs - Drummond; région 05, Estrie; région 08, Abitibi-Témiscamingue; région 07, Outaouais; région 01, Bas St-Laurent (Est du Québec). L'opération se continue et présentement les bilans de trois autres régions sont en cours: région 09, Côte-Nord; région 03, Québec; région 06D, De Lanaudière.

Parallèlement à ces bilans qui sont réalisés par les intervenants régionaux, il a semblé essentiel que le Conseil lui-même s'interroge sur le rôle en général de la science et de la technologie dans le développement régional et sur l'opportunité et les conditions de l'incorporation de préoccupations régionales dans la formulation d'une politique scientifique et technologique au Québec.

L'étude que le Conseil publie maintenant porte sur **Les conséquences de la décentralisation régionale des activités de R-D.** Elle a été réalisée par deux économistes du Centre de recherche et de développement en économique (CRDE) de l'Université de Montréal, bien connus pour leurs travaux dans ce domaine, les professeurs Robert Lacroix et Fernand Martin. Le Conseil espère que cette étude contribuera au débat que suscite cette importante question.

Bien entendu, les opinions et les conclusions des auteurs ne reflètent pas nécessairement celles du Conseil.

Maurice L'Abbé
Président

Les auteurs

Les auteurs sont professeurs au département des sciences économiques de l'Université de Montréal et chercheurs au Centre de recherche et développement en économique (C.R.D.E.).
Ils remercient leurs collègues U. Blum, M. Gaudry, A. Hollander, M. Polèse, A. Raynauld et F.Vaillancourt pour leurs commentaires, ainsi que Sonia L'Heureux pour son excellent travail d'assistance de recherche.

Table des matières

Avant-propos

Remerciements

Introduction 1

1. La dimension relative de l'activité de R-D québécoise 5
   1.1 L'activité de R-D, l'innovation, la concurrence par la nouveauté et le leadership technologique 5
   1.2 La R-D au Québec: sa dimension relative 9
   1.3 Conclusion 13

2. Les composantes d'un modèle d'évaluation des effets de la décentralisation des activités de R-D 15
   2.1 Les effets de la décentralisation des activités de R-D sur les conditions d'exécution de cette activité 16
      2.1.1 Les économies d'agglomération 16
         — Les économies d'échelle internes à l'entreprise 16
         — Les économies de localisation 17
         — Les économies d'urbanisation 17
      2.1.2 La structure organisationnelle et la localisation des activités de l'entreprise 18
      2.1.3 L'influence des pourvoyeurs de fonds publics sur la localisation des activités de R-D 19
   2.2 Les effets de la décentralisation des activités de R-D sur le développement régional 19
   2.3 L'analyse coûts-bénéfices de la décentralisation géographique des activités de R-D 20

3. Les économies de dimension et d'agglomération dans la recherche-développement 23
   3.1 Les économies de dimension dans l'activité de R-D 23
      3.1.1 Le cas des semi-conducteurs 24
      3.1.2 Le cas de la pharmacie-biotechnologie 25
         — La R-D dans l'industrie pharmaceutique 26
         — La R-D dans l'industrie biotechnologique 29
      3.1.3 Le cas de la R-D dans le secteur forestier 29
      3.1.4 Conclusion 31
   3.2 Les économies urbaines d'agglomération dans l'activité de R-D: le cadre théorique 32

4. Les économies urbaines d'agglomération dans la recherche industrielle gouvernementale et universitaire: une étude empirique du cas des États-Unis 37
4.1 Les économies urbaines d'agglomération aux États-Unis: une vue d'ensemble 37
4.2 Les économies urbaines d'agglomération selon les exécutants des activités de R-D 40
4.2.1 La R-D industrielle 40
4.2.2 La R-D gouvernementale 45
— La distribution spatiale des employés fédéraux (scientifiques et ingénieurs) dans 20 métropoles les mieux dotées 45
— La distribution spatiale des fonds fédéraux de R-D 47
4.2.3 La R-D universitaire 49
4.2.4 L'ensemble des activités de R-D 52

5. La distribution spatiale de l'activité de R-D en Grande-Bretagne, en France et au Canada 55
5.1 La distribution spatiale de l'activité de R-D en Grande-Bretagne 55
5.2 La distribution spatiale de l'activité de R-D en France 57
5.3 La distribution spatiale de l'activité de R-D au Canada 61
5.4 Conclusion 66

6. La distribution spatiale de l'activité de R-D au Québec 67
6.1 La distribution spatiale de la R-D industrielle au Québec 68
6.2 La distribution spatiale de la recherche universitaire au Québec 69
6.2.1 La distribution au Québec des chercheurs universitaires en sciences pures et appliquées, des subventions de recherche et des contrats 69
6.2.2 La performance en recherche et la concentration géographique des «chercheurs d'élite» au Québec 71
6.2.3 Le financement privé de la recherche universitaire au Québec 77
6.3 Conclusion 81

7. Les complexes sicentifiques et technologiques 85
7.1 Les raisons d'être des complexes scientifiques et des régions-recherche 86
7.2 Des exemples de complexes scientifiques et technologiques 89
7.2.1 Les complexes scientifiques américains 89
7.2.2 Les complexes scientifiques britanniques 90
7.2.3 Les complexes scientifiques français 90
7.2.4 Les complexes scientifiques canadiens 91
7.3 Conclusion 92

8. Les avantages de la décentralisation de la recherche pour la région réceptrice d'activités de recherche 95
8.1 L'effet de modernisation de la structure industrielle locale dû à la décentralisation de la recherche 95
8.1.1 Le milieu local conditionne l'impact de la recherche 96

8.1.2 La stratégie de développement local conditionne-t-elle l'impact de la recherche? 98
8.1.3 Le développement régional par la haute technologie 100
8.1.4 Conclusion 103
8.2 L'amélioration du capital humain local 103
8.3 L'effet multiplicateur direct et indirect de la R-D 106
8.4 La perspective temporelle 111
8.5 Une illustration de l'analyse antérieure 111

9. La décentralisation des activités de R-D et les universités 117
9.1 L'enseignement universitaire et la décentralisation régionale 117
9.2 La recherche universitaire et la décentralisation régionale 121
9.3 L'implication des professeurs dans le milieu 123
9.4 Conclusion 123

10. Les bénéfices nets de la décentralisation de l'activité de R-D et l'opportunité d'une régionalisation de la politique scientifique 127
10.1 Les avantages et les coûts d'une décentralisation géographique de la R-D 127
10.2 Les grandes lignes d'une politique scientifique visant le développement économique 129

Conclusion générale 135

Bibliographie 137

Annexe statistique du chapitre 6 143

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau 1 Scientifiques et ingénieurs (S.N.G. + S.S.H.) effectuant de la R-D dans certains pays de l'O.C.D.E. 10

Tableau 2 Chercheurs associés à la R-D dans les entreprises commerciales et dans le secteur de l'enseignement supérieur pour certains pays de l'O.C.D.E., 1981 11

Tableau 3 Dépense intérieure en R-D (D.I.R.D.) de certains pays de l'O.C.D.E., total et par secteur d'exécution, 1983 12

Tableau 4 Dépenses en R-D québécoises en pourcentage des dépenses américaines dans les mêmes secteurs industriels 13

Chapitre 3

Tableau 5 Dépenses gouvernementales, du secteur public et du secteur privé, sur la R-D (santé) (en millions de dollars) 27

Chapitre 4

Tableau 6 Intensité de l'exécution de la R-D dans les villes américaines 38

Tableau 7 Distribution de la R-D industrielle, par métropole américaine, 1975 43

Tableau 8 Rang des métropoles selon les secteurs de R-D aux États-Unis 45

Tableau 9 Distribution spatiale des employés fédéraux (scientifiques et ingénieurs) dans les 20 aires métropolitaines les mieux dotées, 1974 46

Tableau 10 Distribution spatiale des fonds fédéraux de financement de la R-D dans les 19 aires métropolitaines les mieux dotées, 1977 48

Tableau 11 Distribution spatiale de la recherche universitaire dans les 20 aires métropolitaines américaines les mieux dotées, 1976 50

Tableau 12 Distribution spatiale de la R-D dans les 20 aires métropolitaines américaines les mieux dotées, 1974 54

Chapitre 5

Tableau 13 Distribution régionale de l'emploi dans l'activité R-D en Grande-Bretagne, 1976 (en % du total) 56

Tableau 14 Distribution de l'emploi R-D et manufacturier en Grande-Bretagne selon le type de comté, 1976 56

Tableau 15 Distribution des effectifs français de la R-D entre différents types d'exécutants, 1982 58

Tableau 16 Distribution régionale de la R-D en France (tous genres de R-D), 1982 59

Tableau 17 La R-D canadienne par exécutant et par région, 1983 (en pourcentage) 61

Tableau 18 Distribution spatiale au Canada de la R-D du secteur forestier, industriel (1985) et du gouvernement fédéral (1983-1984) 64

Chapitre 6

Tableau 19 Répartition géographique des emplois de R-D industrielle au Québec, 1985 68

Tableau 20 Répartition des professeurs-chercheurs universitaires en sciences pures et appliquées au Québec 70

Tableau 21 Subventions et contrats en sciences pures et appliquées aux universités québécoises 71

Tableau 22 Distribution du nombre et de la valeur des subventions individuelles du C.R.S.N.G. selon l'université et la région 72

Tableau 23 Part représentée par la région de Montréal dans les subventions accordées par le C.R.S.N.G. au Québec 73

Tableau 24 Pourcentage des chercheurs détenteurs d'une subvention individuelle du C.R.S.N.G., localisés à Montréal, par domaine et niveau de qualité, 1983-1984 75

Tableau 25 Nombre moyen (1980-1983) de professeurs ayant obtenu des subventions du C.R.S.N.G. en génie (dépenses courantes, individus et équipes) 76

Tableau 26 Indicateurs de performance des chercheurs des universités québécoises dans l'obtention des subventions individuelles C.R.S.N.G., 1983-1984 77

Chapitre 6 (suite)

Tableau 27 Pourcentage des montants accordés en subventions et contrats selon certaines catégories de pourvoyeurs de fonds et par université, dans les sciences pures et appliquées, 1977-1978 et 1981-1982 79

Tableau 28 Pourcentage des montants accordés en subventions et contrats selon certaines catégories de pourvoyeurs de fonds et par université, dans les sciences appliquées, 1977-1978 et 1981-1982 80

Tableau 29 Part des universités montréalaises dans les montants accordés par les compagnies et les corporations pour le financement de la recherche universitaire au Québec, 1977-1978 et 1981-1982 81

Chapitre 8

Tableau 30 Distribution urbaine de la main-d'oeuvre scientifique (sciences naturelles, ingénieurs, mathématiciens) au Québec et en Ontario, 1981 105

Tableau 31 Comparaisons entre le coût social de la R-D en métropole et celui en régions périphériques incluant l'effet du multiplicateur 114

Chapitre 10

Tableau 32 Avantages et coûts sociaux d'une décentralisation de la R-D en régions périphériques 128

Tableau 33 Dépenses totales intra-muros au titre de la R-D selon les régions métropolitaines, 1977 à 1984 130

Tableau 34 Répartition régionale des contrats d'entreprises du CRIQ, 1984-1985 132

Tableau 35 Répartition, en pourcentage de la valeur des expéditions des produits de propre fabrication et des établissements de production, par région administrative, Québec, 1981 134

Introduction

Il y a quelques années, des chercheurs ont observé[1] que les régions qui n'avaient pas accès aux technologies récentes ne pouvaient innover et par conséquent, moderniser leur structure industrielle et ainsi soutenir la concurrence par la nouveauté des techniques et des produits. Si le secteur privé des régions éloignées des grandes métropoles ne pouvait généralement pas soutenir la concurrence par les nouveautés, on s'est alors demandé si une intervention des gouvernements visant à décentraliser les laboratoires gouvernementaux et les campus universitaires et à subventionner plus fortement la recherche privée en région ne permettrait pas de pallier à ce qui serait alors une carence du secteur privé en matière de R-D et d'innovations. Les universités et les laboratoires gouvernementaux deviendraient ainsi les catalyseurs du développement économique dans les régions périphériques en voie de désindustrialisation ou non encore industrialisées[2]. Plusieurs pays ont déjà eu recours à l'établissement de campus universitaires dans les régions périphériques[3], non seulement pour rapprocher l'enseignement universitaire de sa clientèle potentielle, mais aussi et, dans certains cas surtout, pour stimuler le développement régional. La question qui se pose est alors la suivante: y a-t-il un bénéfice social net à retirer d'une politique de décentralisation régionale de la R-D par la décentralisation de la recherche universitaire et gouvernementale ou encore par l'octroi de subventions incitatives à l'entreprise privée[4].

Toute politique discriminatoire comporte des coûts et des avantages. En fait, les chapitres suivants vont montrer que, sans intervention gouvernementale, les forces du marché concentrent la R-D dans les grandes métropoles. Par conséquent, à moins de démontrer qu'en ce domaine le marché produit des résultats insuffisants, l'allocation spatiale actuelle de la R-D correspond à l'allocation optimale des ressources, de sorte que toute intervention dans le but d'atteindre une allocation spatiale différente est susceptible d'être inefficace, c'est-à-dire d'entraîner des coûts. Bien entendu, les promoteurs de ce genre de politique anticipent des avantages sous forme de réduction des disparités régionales. Ce dernier point n'est cependant pas

1. Voir Martin et al. (1979) et Thwaites, Edwards et Gibbs (1982).
2. Voir Massow (1984) et Chabbal (1984).
3. Massow (1984) cite (p. 262) la Finlande , le Portugal, la Grande-Bretagne, la R.F.A. et cela sans compter les États-Unis (avec leurs Land Grant Colleges) qui l'ont fait il y a bien longtemps. La France, de son côté, décentralise depuis un certain temps le C.N.R.S. et les grandes écoles. Enfin, la province de Québec a créé une université (l'Université du Québec) qui a plusieurs constituantes régionales.
4. «Décentraliser» veut dire ici discriminer en faveur de ces université en leur allouant plus de fonds de R-D que leurs chercheurs auraient obtenus s'ils avaient été mis en concurrence avec les chercheurs de la métropole, ou bien établir un laboratoire gouvernemental dans un lieu où normalement il n'aurait pas été établi en suivant d'autres critères que celui de la volonté politique.

toujours développé clairement, c'est-à-dire que l'on n'explicite pas toujours les effets anticipés, de sorte qu'il est possible que les «avantages» recouvrent aussi des considérations politiques (par exemple la réélection du député local) étrangères à la fonction d'utilité sociale. Dans ce cas, l'intervention gouvernementale a comme effet principal de redistribuer le revenu national entre régions riches et régions pauvres au coût d'une inefficacité nationale.

Pour aboutir à un jugement éclairé dans ce genre de situation, il faut avoir recours à un modèle d'évaluation sociale.

La présente étude se divise en dix chapitres et vise à fournir un cadre conceptuel, des analyses et des faits qui permettront de juger de la faisabilité et de l'opportunité d'une politique scientifique québécoise favorisant une certaine décentralisation régionale des activités de R-D.

Le premier chapitre, après avoir précisé le concept d'innovation, les diverses formes d'innovations possibles et le rôle qu'une activité nationale de R-D peut jouer sur l'innovation, situe la dimension de l'activité de R-D québécoise par rapport à quelques grands pays industrialisés. Il permet de constater que s'il existe des économies de dimension et d'agglomération dans ce genre d'activité, la décentralisation de la R-D n'aura pas que des bénéfices: elle pourra aussi entraîner des coûts d'efficacité considérables. Un modèle s'avère donc nécessaire pour évaluer les effets de la décentralisation des activités de R-D.

Le deuxième chapitre présente précisément un tel modèle d'évaluation où sont pris simultanément en considération les effets de la décentralisation sur les conditions d'exécution de l'activité de R-D et sur le développement régional et montrant que les coûts de la décentralisation de l'activité de R-D reposent grandement sur l'existence d'économies de dimension et d'agglomération dans la réalisation d'une telle activité.

Au chapitre 3, nous vérifions l'existence d'économies de dimension dans trois secteurs d'activité de R-D et posons un cadre théorique pour l'étude des économies urbaines d'agglomération. Une étude détaillée de la distribution spatiale de l'activité de R-D aux États-Unis est faite au chapitre 4 pour vérifier empiriquement l'existence de telles économies urbaines d'agglomération.

Au chapitre 5, la distribution spatiale de l'activité de R-D en Grande-Bretagne, en France et au Canada est sommairement examinée pour voir si cette distribution appuie, elle aussi, l'hypothèse de l'existence d'importantes économies urbaines d'agglomération.

Le chapitre 6 étudie en détail la distribution spatiale de l'activité de R-D au Québec en insistant davantage sur la distribution régionale de la recherche universitaire et des chercheurs d'élite universitaires au Québec puisque la régionalisation de la recherche universitaire pourrait être vue comme un instrument privilégié d'une politique scientifique régionale.

Les complexes scientifiques et technologiques ayant tellement attiré l'attention, suscité d'études et engendré de mythes, nous avons cru nécessaire de revenir sur ce concept pour tenter, à l'aide d'un certain nombre d'exemples, de le démystifier. C'est l'objet du chapitre 7.

Le chapitre 8 examine les avantages de la décentralisation de la R-D pour une région réceptrice d'activités de R-D. Ces avantages consistent dans l'augmentation de l'activité économique locale due à l'effet multiplicateur, dans l'amélioration du capital humain local et dans l'éventuelle modernisation de la structure industrielle.

Le cas des universités est-il particulier? En effet, par leur mission diversifiée comprenant l'enseignement, la recherche, l'implication dans le milieu et le rayonnement scientifique, on peut se demander si cette conjonction de responsabilités particulières n'a pas une incidence sur les coûts et sur les bénéfices d'une décentralisation de l'activité de R-D. C'est à cette question que le chapitre 9 tentera de répondre.

Au chapitre 10, nous ferons d'abord le bilan des coûts et des bénéfices de la décentralisation régionale de l'activité de R-D et, par la suite, nous tracerons les grandes lignes d'une politique scientifique tenant compte des régions et des divers types de R-D.

1. La dimension relative de l'activité de R-D québécoise

On a beaucoup écrit sur la R-D, l'innovation et la concurrence par la nouveauté. Les hommes politiques rêvent d'implanter une stratégie industrielle basée sur les industries «de pointe», imaginent des «technopôles», tentent même d'en créer. Chaque pays veut sa «Silicon Valley» et, à l'intérieur de chaque pays, chaque région aimerait se transformer en «Silicon Valley». D'innombrables parcs scientifiques ont été créés et davantage encore sont en gestation. Mais comme on le verra ultérieurement, il ne suffit pas de déclarer qu'un territoire est un parc scientifique pour qu'il en devienne un. Un ensemble de conditions fort exigeantes sont nécessaires et leur avènement simultané est peu fréquent.

Dans une première partie, nous allons discuter d'un certain nombre de concepts, de phénomènes et d'interrelations qui doivent être précisés avant d'aller plus loin dans la présente étude. Dans une deuxième partie, nous présenterons un ensemble de données qui permettront d'évaluer la dimension relative de l'activité de R-D québécoise. Avant de discuter de régionalisation des activités de R-D et de politique scientifique régionale, il nous a paru essentiel de bien prendre la mesure de la dimension de l'activité de R-D au Québec.

1.1 L'activité de R-D, l'innovation, la concurrence par la nouveauté et le leadership technologique

Du point de vue économique, l'innovation consiste à introduire sur un marché déterminé une technique de production, un bien ou un service nouveau ou amélioré. Il n'y a pas, a priori, de restriction quant au degré de complexité de la nouveauté. En effet, cette dernière peut aller de la planche à roulettes au disque compact ou de l'outil mécanique au robot le plus complexe. En ce sens, d'innombrables innovations sont, jour après jour, introduites dans tous les pays industrialisés.

Par ailleurs, nous avons souligné que le concept d'innovation était lié à celui d'un marché déterminé. Cela veut dire qu'il y a beaucoup d'innovations par imitation. L'entrepreneur qui, le premier, utilise, dans une industrie canadienne, une nouvelle technique de production mise au point en Allemagne innove au sens économique du terme, même s'il n'a pas conçu cette nouvelle machine. En somme, il n'est pas nécessaire de tout inventer pour être innovateur. Les biens les plus divers et les plus sophistiqués sont disponibles sur le marché canadien et les techniques de pointe y sont fréquemment utilisées même si l'activité d'invention et d'innovation originale y est relativement plus faible qu'aux États-Unis, au Japon ou en Allemagne de l'Ouest.

Dans les petits pays industriels, l'évolution technologique dépend bien davantage de la capacité d'assimilation des nouveautés technologiques, peu importe leur origine, que de la capacité de création scientifique et technologique. Que vient faire la R-D dans tous ces processus fort différenciés d'innovation? Le concept de R-D est très général et peut inclure autant la recherche de base la plus avancée du laboratoire universitaire le plus réputé que le développement le plus simple. Il est donc nécessaire de préciser les composantes de cette activité. On s'entend pour distinguer trois types de développement et deux catégories de recherche dans l'activité de R-D[1]:

- *le développement simple* fait surtout appel à l'imagination, à l'esprit inventif, à l'ingéniosité individuelle, ainsi qu'à une longue expérience du métier ou de la profession;

- *le développement technologique* porte principalement sur une mise au point technique et fait appel à des calculs et à une expérimentation plus systématiques, ainsi qu'à des essais plus nombreux;

- *le développement scientifique* porte, lui aussi, sur une mise au point technologique mais qui repose davantage sur l'application de connaissances scientifiques que sur la seule expérimentation;

- *la recherche appliquée* vise, au-delà de l'utilisation des connaissances disponibles, à la découverte de connaissances directement nécessaires à la poursuite des travaux de développement;

- *la recherche fondamentale* vise essentiellement à la création de connaissances de base, utiles à la poursuite du progrès, mais sans idée précise quant à leurs applications ultérieures.

Quoiqu'il ne soit pas toujours facile de tracer une frontière nette entre ces différents types de R-D, ces distinctions sont utiles et permettent aussi de mieux comprendre le rôle de divers intervenants dans l'activité de R-D. Il est évident qu'un grand nombre d'innovations n'exigeront ni recherche appliquée ni recherche fondamentale mais reposeront essentiellement sur l'une ou l'autre forme de développement. Tous, nous avons à l'esprit un bien nouveau ou une technique de production nouvelle qui n'a requis qu'un développement simple, effectué par un petit entrepreneur ou un employé inventif et ingénieux. Dans une très forte proportion, on trouve une certaine activité de développement simple au sein des entreprises même si aucun personnel n'y est spécifiquement affecté et même si les ressources consacrées à cette activité ne sont généralement pas comptabilisées comme telles. En dépit du fait qu'elle exige une certaine utilisation de main-d'oeuvre hautement qualifiée, l'activité de développement technologique est plutôt répandue, particulièrement au sein des entreprises des secteurs de la mécanique et de l'électricité. Il faut rappeler que l'innovation la plus connue au Québec, à savoir la motoneige, provient d'abord et

1. On pourra se référer aux différentes études de l'O.C.D.E. sur les politiques nationales de la science.

avant tout d'un développement simple fait par le mécanicien ingénieux et inventif qu'était Armand Bombardier. Il est fort probable que l'évolution de cette innovation n'ait exigé davantage qu'un développement technologique. On réalise donc à quel point une innovation peut être importante du point de vue économique sans pour autant exiger un apport de recherche fondamentale ou appliquée.

Si nous nous limitons, pour le moment, au secteur industriel, on peut affirmer que dans tous les pays industrialisés, le développement scientifique et la recherche appliquée sont des activités que l'on retrouve dans un très petit nombre d'entreprises de grande dimension généralement concentrées dans les secteurs industriels reposant sur la science. Quant à la recherche fondamentale, on la retrouvera, de façon tout à fait exceptionnelle, dans le secteur industriel.

On réalise qu'il y a en fait deux catégories d'activité de R-D. Ce que l'on pourrait appeler la catégorie «haut de gamme» implique toujours l'une ou l'autre des formes de recherche (appliquée ou fondamentale) se combinant avec le développement scientifique ou technologique. La catégorie «bas de gamme» est celle où ne s'effectue que du développement simple ou technologique. Cette dernière catégorie d'activité est, en pratique, accessible à toute entreprise, indépendamment de sa dimension et de sa localisation. C'est pourquoi des innovations découlant de ce type d'activité de R-D peuvent apparaître aussi bien à Valcourt, à Sainte-Marie de Beauce ou à Chicoutimi qu'à Montréal. En fait, les innovations découlant de ce qu'on a appelé la «R-D bas de gamme» sont un phénomène aléatoire, tandis que celles résultant de la «R-D haut de gamme» sont largement fonction de la quantité de ressources humaines et physiques investies dans le processus de création de nouveautés.

De par sa nature, la catégorie de R-D «haut de gamme» est généralement le propre de très grandes entreprises établies dans de grandes agglomérations urbaines et recherchant des liens de complémentarité avec les meilleurs chercheurs ou les meilleures équipes de recherche universitaire ou des laboratoires gouvernementaux. Évidemment, ces liens avec les milieux universitaires et gouvernementaux s'expliquent par la nécessité de percées scientifiques, provenant de la recherche appliquée ou fondamentale, comme prérequis aux développements scientifiques et/ou technologiques qui conduiront éventuellement à l'innovation. On comprend aussi que c'est à ce niveau ou dans ce genre de R-D seulement que les collaborations universités-industries ne dénaturent pas le rôle de la recherche universitaire qui doit uniquement viser l'avancement des connaissances scientifiques. Les résultats de ces recherches seront communiqués ultérieurement par les chercheurs à leurs pairs dans les revues scientifiques. L'intérêt que peuvent avoir les grandes entreprises à une telle forme de collaboration provient du fait que des innovations majeures exigent, la plupart du temps, que les frontières des connaissances scientifiques et techniques soient repoussées dans plusieurs domaines scientifiques à la fois. La collaboration avec les universités permet aux entreprises d'innover sans devoir financer complètement et de façon permanente cette diversité dans la recherche scientifique que l'on retrouve dans les meilleures universités et qui est très coûteuse. Les laboratoires industriels se

spécialiseront alors davantage dans le domaine scientifique le plus près de leurs besoins industriels et iront chercher les compléments requis, pour l'une ou l'autre des innovations, auprès des universités environnantes[2].

Les chercheurs ou les équipes de recherche universitaires ont un double intérêt à ce type de collaboration. Ils peuvent d'abord trouver un financement supplémentaire pour leurs travaux de recherche appliquée ou fondamentale dont l'importance leur permettra d'entreprendre des projets qui n'auraient pu être financés par les seules subventions de recherche d'organismes subventionnaires. Le genre de questions ou de problèmes soulevés, ainsi que l'interaction avec les chercheurs des laboratoires industriels, pourront aussi forcer les chercheurs universitaires à quitter les sentiers battus et à devenir plus inventifs, augmentant ainsi la qualité de leur production scientifique. Il est évident que les collaborations universités-industries dans la R-D, nécessitant de la recherche appliquée ou fondamentale, ne peuvent être que bénéfiques aux deux parties.

On doit réaliser, toutefois, que les collaborations universités-industries qui ne dénaturent pas le rôle de la recherche universitaire sont limitées autant par le petit nombre d'entreprises dont la stratégie d'innovation exige de la recherche que par la localisation géographique de ces entreprises. Comme il y a une forte propension des laboratoires industriels à se situer dans les grandes agglomérations urbaines et que les collaborations universités-industries nécessitent une certaine proximité géographique, la probabilité est très forte que ces laboratoires soient situés dans une grande ville[3].

Même dans cette activité de R-D «haut de gamme», le niveau minimal nécessaire à une certaine efficacité est fort différent selon le type d'industries concerné. La dimension minimale en recherche spatiale est nettement supérieure à celle que l'on retrouve, pour le moment, en biotechnologie. Qu'est-ce qui détermine ces seuils minimaux? Évidemment, des considérations techniques telles que le coût et l'importance des équipements de recherche, la nécessité de regrouper des chercheurs de différentes disciplines, etc. Mais aussi, et peut-être surtout, la taille des activités de recherche des leaders technologiques dans un domaine. On peut définir les leaders technologiques comme étant les entreprises qui, par l'intensité de leur activité de R-D, déterminent à toutes fins utiles la durée de vie d'un produit, d'une gamme de produits ou d'une technique de production[4]. Dans cette ligue des leaders, il ne suffit pas qu'une entreprise mette sur le marché un nouveau produit, elle doit aussi fournir un flux régulier d'inventions qu'elle transformera en innovations selon les besoins de la lutte concurrentielle entre les leaders technologiques.

On réalise rapidement que, pour pouvoir survivre dans ce monde de la concurrence par la nouveauté résultant d'une activité de R-D «haut de gamme», les

2. Le cas de l'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papier (PAPRICAN), dont nous préciserons les caractéristiques au chapitre 3, illustre bien cette division des tâches et cette sorte de collaboration.
3. Ces affirmations seront appuyées par un ensemble d'études dans les chapitres suivants.
4. Voir Lacroix, R. et P. Scheuer (1977).

créneaux choisis par les entreprises ou les gouvernements d'un pays doivent être réalistes, c'est-à-dire tenir compte des seuils minimaux de R-D requis. De plus, la R-D doit être faite le plus efficacement possible, c'est-à-dire en profitant au maximum des économies d'échelle et d'agglomération lorsqu'elles existent. Ce comportement sera d'autant plus important que la taille relative de l'économie concernée est petite. En somme, la nécessité d'un choix de créneaux et d'une concentration des activités de R-D risque d'être nettement plus pressante pour une économie comme celle du Québec, ne comptant pas plus de 7 000 chercheurs en R-D, que pour l'économie américaine qui en a plus de 700 000. Avant d'implanter quelque politique scientifique que ce soit, un gouvernement doit bien mesurer la dimension de son potentiel scientifique et technique et en tenir compte. Ensuite, il ne doit pas contrecarrer mais plutôt faciliter la meilleure l'utilisation possible de ce potentiel scientifique et technique.

1.2 La R-D au Québec: sa dimension relative

Il faut souligner au départ que l'évaluation des ressources consacrées à la R-D dans les divers pays se fait à partir d'une comptabilisation du personnel spécifiquement rattaché à ce genre d'activité ou de dépenses clairement identifiées à ce chapitre. En ce sens, toutes les ressources utilisées pour des développements simples ou technologiques élémentaires qui ont conduit, par exemple, à l'avènement de la motoneige, ont peu de chance d'apparaître dans les comptabilisations officielles des efforts de R-D. Ainsi, les chiffres présentés dans cette section ne couvriront toujours que la partie comptabilisable et comptabilisée des efforts de R-D.

Par ailleurs, les données sur les ressources consacrées à la R-D, agrégées au niveau d'un pays ou d'un grand secteur industriel, ont une signification très restreinte. En effet, les seuils minimaux requis pour une activité efficace de R-D sont très variables selon le type d'activité de R-D et selon le secteur industriel où cette activité se réalise. Nous l'avons vu à la section précédente, dans les activités de développement simple et de développement technologique élémentaire, il n'y a, à toutes fins pratiques, aucun seuil minimal. Donc, la dimension des ressources disponibles dans un pays pour l'activité de R-D ne pose pas de contrainte à une forte implication dans ce type particulier de R-D. Il en va tout autrement pour la R-D «haut de gamme» dont les seuils minimaux dépendent non seulement de considérations techniques mais aussi des niveaux d'activité de leaders technologiques. Là, il est reconnu que ce type de R-D est, à toutes fins pratiques, réservé à des pays industriels de grande dimension. Dans d'autres secteurs industriels, on trouvera que l'activité de R-D des petits pays est nettement concentrée sur un petit nombre de créneaux où les seuils minimaux de ressources consacrées à la R-D leur sont accessibles à la condition d'éviter la dispersion.

Les données agrégées sur l'activité de R-D que nous présentons dans cette section doivent être interprétées dans ce contexte. On ne peut pas alléguer que les petits pays ne peuvent tirer profit d'une intense activité de R-D; mais il serait illusoire

de penser qu'ils n'ont aucune contrainte sur le type de R-D qui peut y être réalisé et sur le nombre de créneaux dans lesquels des équipes de recherche concurrentielles pourront être impliquées.

Le facteur principal, dans l'activité de R-D, est le capital humain ou, si l'on préfère, les scientifiques, ingénieurs et techniciens dont le temps de travail est consacré à l'avancement et au développement des connaissances. Le tableau 1 montre l'ampleur de la main-d'oeuvre scientifique effectuant de la R-D dans quatre grands pays industrialisés de l'O.C.D.E. en plus du Canada et du Québec[5]. On réalise d'abord que le Québec, avec ses 6 894 chercheurs, a une main-d'oeuvre scientifique effectuant de la R-D cent fois plus petite que celle des États-Unis (693 700 chercheurs). Cette différence de dimension est nettement plus importante que celle que l'on retrouve lorsque l'on compare les populations, puisque la population des États-Unis n'est que de quelque quarante fois plus grande que celle du Québec. Cette disparité internationale dans l'intensité de l'activité de R-D semble, toutefois, diminuer avec la taille relative des pays industriels considérés. Ainsi, alors que la population du Québec s'élèverait à quelque 12% de celle de la France, sa main-d'oeuvre scientifique se consacrant à la R-D équivaudrait à quelque 8% de celle de la France.

Tableau 1: Scientifiques et ingénieurs (S.N.G. + S.S.H.) effectuant de la R-D dans certains pays de l'O.C.D.E.

Pays	1971	1973	1975	1977	1979	1981
États-Unis	527 100	518 400	532 700	570 300	621 000	683 700
Japon	247 309	292 097	316 860	331 467	366 998	392 625
Allemagne	90 206	101 019	103 736	110 972	121 978	128 162
France	60 100	62 700	65 300	67 981	72 889	85 500
Canada		21 734	22 960	24 900	26 300	29 976
Québec[1]		4 999	5 281	5 727	6 049	6 894

Source: Statistique Canada, Cat. 88-203, 1982, tableau 15; O.C.D.E., *Indicateurs de la science et de la technologie*, 1986, tableau 2.

Note 1: Si Québec = 23 % du Canada.

5. L'année 1981 est présentement la dernière pour laquelle nous ayons des données internationales comparables.

Il faut retenir de ce premier tableau, les écarts énormes que l'on retrouve dans la dimension absolue de la main-d'oeuvre scientifique affectée à la R-D entre le Québec et les grands pays industrialisés de l'O.C.D.E. On réalise immédiatement que, dans la mesure où des économies d'échelle existent, les seuils minimaux de R-D établis par les leaders technologiques de ces pays forceront des petits pays comme le Canada et le Québec à devoir choisir un nombre fort restreint de créneaux dans les activités de R-D «haut de gamme».

Le tableau 2 montre que, pour tous les pays à l'exception de la France, la position relative du Québec est encore plus faible pour la R-D dans le secteur commercial qu'elle ne l'était pour l'ensemble de la R-D. On constate le même phénomène pour les chercheurs universitaires effectuant de la R-D[6].

Tableau 2: Chercheurs associés à la R-D dans les entreprises commerciales et dans le secteur de l'enseignement supérieur pour certains pays de l'O.C.D.E., 1981

Pays	Chercheurs universitaires	Chercheurs dans le secteur commercial
États-Unis	98 700	498 800
Japon	163 264	192 942
Allemagne de l'Ouest	30 229	77 017
France	32 700	35 095
Canada	7 520	14 885
Québec[1]	1 203	3 424

Source: O.C.D.E., *Indicateurs de la science et de la technologie*, 1986, tableau 19.

Note 1: Si Québec = 16 % du Canada. Ce pourcentage correspond au pourcentage de chercheurs universitaires du Québec pouvant demander des subventions C.R.S.N.G., voir chapitre 6.

6. Il s'agit toujours ici d'équivalent temps complet en recherche, si bien qu'on ne retient qu'une partie du temps des professeurs d'universités.

La dépense intérieure en R-D (D.I.R.D.) des mêmes pays industrialisés de l'O.C.D.E. ne fait que confirmer la position relative du Québec. Ainsi, le tableau 3 montre que la D.I.R.D. des États-Unis dépassait, en 1983, les 88 milliards de dollars U.S. alors qu'au Québec, elle ne s'élevait qu'à 909 millions de dollars U.S., soit 1,03% de la D.I.R.D. américaine. Ce pourcentage est encore plus faible pour la D.I.R.D. exécutée par les entreprises puisque, dans ce cas, les dépenses réalisées au Québec ne constituent que 0,77% de celles effectuées aux États-Unis. C'est pour les universités que ce pourcentage est le plus élevé, 1,56%. La position relative de l'activité de R-D québécoise par rapport à celle des autres pays industrialisés considérés est tout aussi évidente.

Tableau 3: Dépense intérieure en R-D (D.I.R.D.) de certains pays de l'O.C.D.E., total et par secteur d'exécution, 1983

Pays	Total	Entreprises	Universités
États-Unis	88 329	62 802	11 836
Japon	33 494	21 268	7 704
Allemagne de l'Ouest	18 130	12 383	3 046
France	13 134	7 460	2 430
Canada	4 667	2 166	1 155
Québec	909	483	185[1]

Source: Statistique Canada, Cat. 88-001, 1984, tableaux 37, 3, 10, 35; Cat. 88-203, 1983, tableau 5. *Conjoncture 1985*, Conseil de la science et de la technologie, 1986, tableau 1.1.

Note 1: 16 % du total canadien.

Le tableau 4 donne les dépenses de R-D québécoises en pourcentage des dépenses américaines dans certains secteurs de l'industrie manufacturière et pour l'ensemble des industries non manufacturières. Cette désagrégation ne fait que confirmer les chiffres présentés antérieurement sur la taille relative de l'activité de R-D québécoise. En effet, dans aucun secteur industriel, les dépenses de R-D québécoises ne dépassent 5% des dépenses américaines. Par ailleurs, on constate que c'est dans les secteurs du textile, du bois-pâtes et papiers et dans l'industrie non manufacturière que la position relative du Québec concernant la R-D est la plus forte. Le tableau 4 confirme également ce que nous avancions au début de cette section, à savoir qu'un petit pays qui choisit bien ses créneaux et qui évite la dispersion peut faire partie des leaders technologiques dans ces secteurs. En effet, alors que les dépenses de R-D québécoises dans les secteurs des «bois-pâtes et papiers» ne représentent que 3% de celles réalisées aux États-Unis, les entreprises et les gouvernements du Canada et du Québec, en concentrant une proportion très importante des ressources en R-D dans un seul centre de recherche (PAPRICAN) localisé à Montréal, ont permis à ce centre de

Tableau 4: Dépenses en R-D québécoises en pourcentage des dépenses américaines dans les mêmes secteurs industriels

Industrie	1979	1980	1981	1982	1983
Aliment-boissons et tabac	1,53	1,50	1,66	1,78	1,66
Caoutchouc et plastique	0,24	0,21	0,23	0,22	0,25
Textile	3,87	4,15	4,68	5,01	4,79
Bois-pâtes et papiers	3,07	3,05	3,71	3,12	3,05
Produits métalliques	0,54	0,55	0,66	0,76	0,86
Machines (non électriques)	0,22	x	x	0,33	0,22
Appareils électriques	0,51	0,55	0,64	0,67	0 60
Avions et pièces – matériel de transport	0,79	x	x	0,81	0,74
Instruments scientifiques et professionnels	0,01	0,02	0,02	x	x
Autres industries manufacturières	0,86	0,85	0,83	0,84[1]	0,70[1]
Industries non manufacturières	1,74	1,87	2,46	3,43	3,57
TOTAL	**0,70**	**0,66**	**0,78**	**0,80**	**0,72**

Source: National Science Board, *Science Indicators, The 1985 Report*, National Science Foundation. Bureau de la statistique du Québec, *Statistiques sur la recherche industrielle au Québec, 1979, 1980-81, 1982 et 1983*. O.C.D.E., *Principaux indicateurs économiques, statistiques rétrospectives, 1964-1983*, juillet 1984.

Note 1: Instruments scientifiques et professionnels du Québec inclus dans autres industries manufacturières.

compter parmi les leaders technologiques internationaux en ce domaine. Il est probable qu'une désagrégation des données sur la R-D industrielle encore plus fine ferait apparaître davantage les points forts du Québec. Malheureusement, des données comparables internationalement ne sont pas toujours disponibles.

1.3 Conclusion

Il nous faut revenir sur une distinction que nous avons faite en introduction quant aux deux sources d'innovations, à savoir celles faisant appel au type de R-D «bas de gamme» et celles qui reposent sur la R-D «haut de gamme». Dans la première catégorie, on peut retrouver des innovations ayant deux sources différentes. Il y a, d'abord, celles qui relèvent de développements simples et qui découlent de l'expérience journalière des travailleurs et des entrepreneurs. Elles sont généralement des idées originales de produits utiles mais simples ou encore des adaptations ou des modifications marginales des techniques de production et des habitudes de travail. Ensuite, on trouve les innovations résultant d'une assimilation pure et simple de

nouvelles techniques et de nouveaux produits connus et développés dans un autre pays ou une autre région d'un même pays et n'exigeant généralement que des adaptations locales marginales. Dans la plupart des pays, mais plus particulièrement dans les pays de petites dimensions, ces innovations, simples ou par assimilation, réalisées autant par les petites que par les grandes entreprises sont un facteur important de progrès technique et de croissance économique.

La deuxième catégorie d'innovations découle, comme nous l'avons dit, d'une utilisation systématique de la R-D «haut de gamme» pour la création de nouvelles techniques de production et de nouveaux produits. Ce type d'innovations exige une utilisation intensive de main-d'oeuvre hautement qualifiée (chercheurs, ingénieurs, technologues) et d'équipements scientifiques sophistiqués. Cette activité de R-D a ses exigences techniques et économiques qui deviennent des contraintes pour toute politique scientifique recherchant l'efficacité dans ce genre d'activité de R-D.

C'est précisément à l'explicitation des contraintes techniques et économiques de cette activité de R-D que la majorité des prochains chapitres seront consacrés. Ces contraintes étant connues, il deviendra possible d'évaluer les bénéfices et les coûts d'une politique scientifique qui ne les respecterait pas ou tenterait de les modifier.

2. Les composantes d'un modèle d'évaluation des effets de la décentralisation des activités de R-D

Lorsqu'une décision gouvernementale, telle la décentralisation régionale des activités de R-D, comporte à la fois des avantages et des coûts, il faut faire la somme algébrique de ces coûts et avantages pour en évaluer le bénéfice net. De plus, l'évaluation des décisions gouvernementales doit se faire en termes sociaux[1], c'est-à-dire en «prix de référence», et inclure les facteurs externes. Finalement, à cause du décalage temporel entre le flux des avantages et celui des coûts, il faut actualiser ces flux par le taux d'escompte social. On peut alors utiliser le critère parétien d'amélioration potentielle du bien-être pour arriver à une décision[2].

Notons que ce modèle d'évaluation n'envisage que l'efficacité sociale. Or, la société peut avoir d'autres objectifs comme la redistribution du revenu, la préservation de l'environnement, le développement économique régional, le bien-être des générations futures, etc. Par conséquent, une politique socialement inefficace pourrait être théoriquement acceptable si on peut démontrer que les «avantages» correspondant aux objectifs sociaux autres que l'efficacité sociale compensent les pertes d'inefficacité sociale. La difficulté de ce genre d'extension du calcul économique réside dans le fait que les avantages et les coûts des «autres» objectifs sociaux sont, à toutes fins pratiques, objectivement incalculables. C'est pour cela que les économistes, sauf dans des cas spéciaux comme ceux des pays en voie de développement où la distribution du revenu est très inégale, limitent leurs calculs à l'objectif d'efficacité sociale.

C'est l'approche que nous adoptons dans les réflexions qui suivent[3].

Les effets de la décentralisation régionale des activités de R-D se manifestent autant sur les conditions d'exécution de la R-D que sur le développement régional.

---

1. Là où la fonction d'utilité doit être nationale et non pas régionale, ou celle de l'entreprise.
2. À condition de choisir un horizon suffisamment court pour ne pas impliquer de transferts entre plus de deux générations. L'avantage de cette approche est de pouvoir faire les calculs dans un cadre d'analyse partielle, ce qui est bien plus simple que dans un cadre d'équilibre général. De toute façon, un horizon de trente années est bien suffisant pour déterminer si un phénomène comme la Silicon Valley va se matérialiser.
3. Cette approche pourrait tout de même recouvrir les «autres» objectifs de la société de la façon suivante: l'écart entre la valeur de la solution «efficace» et celle de la solution de «décentralisation» représente le coût d'opportunité de la poursuite des «autres» objectifs sociaux. Pour conserver la solution de décentralisation, il faut alors démontrer que ce coût d'opportunité n'est pas exagéré, c'est-à-dire qu'il est inférieur à la valeur que l'on attache aux «autres» objectifs et qu'il n'existe pas de moyen alternatif moins coûteux de poursuivre ces «autres» objectifs (ce raisonnement est détaillé dans Martin, 1985b, p. 17).

2.1 Les effets de la décentralisation régionale des activités de R-D sur les conditions d'exécution de cette activité

La R-D est, en général, une activité libre de toute attache («foot loose»), en ce sens que les coûts du transport des inputs et des outputs *matériels* sont insignifiants et que la proximité d'énergie ou d'autres ressources ne joue pas de rôle dans la décision de localisation, excepté dans des cas bien particuliers. Compte tenu de l'absence de ces contraintes physiques, pourquoi les activités de R-D ne se répartissent-elles pas au hasard sur l'ensemble du territoire d'un pays? Des facteurs autres que les coûts de transport des inputs ou des outputs ont une incidence sur la localisation de la R-D. Parmi ces facteurs, les plus importants sont les suivants: l'existence d'économies d'agglomération, les impératifs organisationnels des entreprises à établissements multiples et les objectifs des pourvoyeurs de fonds publics pour le financement de la R-D. Nous allons examiner dans l'ordre chacun de ces facteurs.

2.1.1 Les économies d'agglomération

Les économies d'agglomération[4], lorsqu'elles existent, mènent généralement à la concentration de l'activité économique en un point de l'espace géographique. Elles comprennent les économies d'échelle au niveau de l'entreprise, les économies de localisation internes à l'industrie mais externes aux entreprises et, enfin, les économies d'urbanisation externes à toutes les entreprises et industries.

Les économies d'échelle internes à l'entreprise

Les rendements d'échelle dans la fonction de production de l'output de la R–D sont produits par les économies découlant de l'augmentation de la dimens on des unités de recherche ou des laboratoires.

La cause des rendements à l'échelle[5] peut être technologique ou provenir des économies de coûts des facteurs de production achetés en grande quantité. De plus,

---

4. Les paragraphes qui suivent sont en partie basés sur Isard (1975), p. 113 et suivantes.
   Il existe, sur un autre plan, une façon différente de distinguer les diverses sortes d'économies d'agglomération (voir Richardson, 1973a, p. 45):
   i. les économies sociales d'agglomérations, incluant les rendements à l'échelles dans la production des biens publics;
   ii. les économies bénéficiant aux ménages comme par exemple, l'économie des coûts de transport dans la consommation des biens et services et dans la fourniture des services de main-d'oeuvre;
   iii. les économies bénéficiant aux entreprises.
   Da s notre étude, nous allons retenir surtout, mais non exclusivement, les économies d'agglomération dont bénéficient les entreprises; les autres économies ayant peu d'incidence sur l'évaluation d'une politique de régionalisation de l'activité de R-D.
5. Nous ne présumons pas de leur existence dans la fonction de production de R-D. Cette existence sera démontrée ultérieurement.

comme on le verra plus loin, la dimension de la ville pouvant modifier la fonction de coûts de production, il n'est pas toujours possible de distinguer empiriquement entre les rendements à l'échelle, provenant exclusivement de la technologie et de la dimension des entreprises, et les économies externes découlant du lieu où se trouvent les entreprises.

Dans le cas de la R-D, l'existence de rendements à l'échelle peut donc provenir de la nécessité d'une masse critique de chercheurs ou bien du fait que l'activité de R-D nécessite des équipements indivisibles. De toute façon, les rendements à l'échelle ont pour effet de concentrer la production en un lieu donné en y regroupant les facteurs de production.

Les économies de localisation

Les économies de localisation[6] sont des économies externes à chaque établissement de R-D mais internes à l'ensemble des établissements de R-D en un lieu donné. Ces économies dont bénéficient des établissements de R-D situés en un lieu donné découlent de la possibilité d'acquérir un ou plusieurs inputs à un (des) prix plus bas qu'ailleurs à cause de rendements d'échelle dans leur production. Il en est ainsi des économies de transport résultant de la proximité des entreprises qui s'achètent ou se vendent mutuellement des produits intermédiaires. Toutes ces économies résultent de l'augmentation de la dimension de l'industrie et non pas de l'augmentation de la dimension des établissements de l'industrie. Ces économies sont appelées *économies de localisation*.

Les économies d'urbanisation

Les économies d'urbanisation[7] sont des économies externes à l'ensemble des établissements de R-D. Elles proviennent de la disponibilité d'infrastructures et de services aux entreprises (transport, communications, finance et autres services spéciaux aux entreprises) à des prix plus bas dans les grandes villes qu'ailleurs, ainsi que des coûts d'information plus faibles pour les entreprises débutantes et les «spin-offs»[8] (voir Pascal et McCall (1980), p. 384). Ces économies sont, jusqu'à un certain point, fonction de la dimension d'une ville, dans la mesure où l'augmentation de cette dimension a un effet à la fois qualitatif sur les services disponibles (une plus grande variété de services par exemple) et quantitatif (un abaissement de leurs coûts de production). L'importance de l'effet de dimension d'une ville sur la variété et le prix des services varie avec sa structure industrielle et ses autres caractéristiques physiques et sociologiques. La grande diversité (et intensité) des activités économiques produit des effets de substitution et de complémentarité qui se traduisent par des économies

6. Voir Labbé (1980), p. 399.
7. Voir Labbé (1980), p. 400.
8. Un «spin-off» est une entreprise dont la naissance est due directement ou indirectement à une autre entreprise locale qui se trouve à avoir servi d'incubateur à la nouvelle entreprise.

urbaines et, possiblement, par des déséconomies urbaines. Ces dernières surviennent lorsqu'à partir d'une certaine dimension, les problèmes de pollution et de congestion des villes sont si considérables qu'ils font plus qu'annuler les effets positifs d'agglomération. Remarquons, toutefois, que ces déséconomies d'agglomération peuvent être atténuées par de bonnes pratiques d'aménagement urbain. De plus, à cause d'exigences particulières, chaque industrie est affectée différemment par les diverses économies (déséconomies) urbaines, si bien que la combinaison pertinente d'économies d'agglomération variera d'une entreprise à l'autre, d'une industrie à l'autre et, même, selon la dimension d'une entreprise (Carlino, 1982, p. 97).

2.1.2 La structure organisationnelle et la localisation des activités de l'entreprise

Les contraintes posées par la structure organisationnelle interne des entreprises peuvent parfois modifier marginalement les résultats des calculs basés sur les économies d'agglomération. Ainsi, on a remarqué que le contexte corporatif influence la localisation de la R-D de l'entreprise. Les études empiriques sur le sujet (Malecki, 1979 et 1980c; Howells, 1984; Martin, 1985a) montrent que, dans certaines industries (ex. l'industrie pharmaceutique), la localisation de la R-D de base se trouve ordinairement, pour des raisons de contrôle, de sécurité et de marketing, près du siège social de l'entreprise. De façon générale, on observe [voir Malecki (1980c) et Howells (1984) p. 22] que le mode d'organisation de l'entreprise commande le mode d'organisation de la recherche de l'entreprise. Ainsi, Williamson (1981) distingue deux modes principaux d'organisation: le mode fonctionnel et le M-form. Le mode fonctionnel est hiérarchique et favorise la centralisation. Le M-form est décentralisé par divisions. Une grande entreprise à M-form pourra avoir plusieurs laboratoires près de ses différentes divisions, comme, par exemple, la compagnie General Electric aux É.-U. Il ne faudrait pas cependant exagérer le rôle du siège social dans la localisation des laboratoires, du moins si cela amène l'élimination des économies urbaines comme facteur de localisation de la R-D. Il est vrai qu'à cause des problèmes de supervision et de confidentialité, il est souhaitable de localiser la R–D près du siège social. Cependant, prise isolément, la relation de causalité entre la localisation du siège social et la localisation de la R-D n'explique qu'une partie (non négligeable, il est vrai) des décisions de localisation de la R-D en milieu de grande urbanisation. En fait, la très forte corrélation entre la localisation de ces deux fonctions d'une entreprise (siège social et R-D) s'explique aussi par le fait qu'elles ont toutes deux recours à des inputs communs (par exemple, moyens de transport et de communications sophistiqués, main-d'oeuvre hautement scolarisée, services divers aux entreprises, etc.) et que les fonctions en question bénéficient également des économies externes urbaines.

Le facteur organisationnel est aussi important dans le cas de firmes multinationales. En effet, ces dernières ont tendance à localiser la R-D fondamentale près du siège social dans le pays d'origine et à reproduire, dans un pays donné, le modèle de localisation qu'elles ont développé internationalement (voir Martin, 1985a, pp. 9-17).

2.1.3 L'influence des pourvoyeurs de fonds publics sur la localisation des activités de R-D

Pour la R-D financée par les fonds publics, sa localisation peut être déterminée en fonction des objectifs de développement régional des gouvernements. Ces objectifs peuvent inclure une répartition régionale plus égalitaire de la R-D. C'est pourquoi, comme nous le démontrerons plus loin, les économies urbaines d'agglomération interviennent moins dans l'explication de la localisation des laboratoires gouvernementaux et des universités. Par ailleurs, lorsque l'exécution de la R-D financée par des fonds publics est confiée à l'entreprise privée, l'influence gouvernementale sur la localisation de la R-D est beaucoup moins déterminante.

Aussi, lorsqu'une recherche porte sur une ressource naturelle (ex. le poisson ou la forêt), il est évident qu'une certaine partie de cette recherche devra être faite là où l'on retrouve cette ressource. Il en est de même pour d'autres types de recherches qui, elles, doivent être décentralisées pour des raisons de sécurité (recherche sur les explosifs, par exemple).

Comme les trois groupes de facteurs de localisation de la R-D ont une importance variable selon les secteurs industriels, nous réalisons que la valeur sociale d'une décentralisation de la R-D sera particulière à chacun des domaines de R-D. Conséquemment, on ne doit pas rechercher une politique générale de décentralisation de ces activités inventives.

2.2 Les effets de la décentralisation des activités de R-D sur le développement régional

Les effets attendus de la décentralisation de la R-D sur le développement régional consistent en une série d'effets d'entraînement produits par une localisation régionale particulière de cette activité. Les deux premiers effets d'entraînement retenus sont généralement les retombées économiques ou les effets multiplicateurs et l'amélioration du stock de capital humain d'une région. Ces deux premiers effets provoqueraient une amélioration de la qualité des emplois et une augmentation du niveau des salaires locaux.

Un troisième effet de la localisation d'activités de R-D est l'amélioration de la structure industrielle ou le redéploiement industriel de la région périphérique. Si ce redéploiement se fait par des P.M.E. locales, le contrôle des entrepreneurs locaux sur la structure économique régionale sera accru. L'amélioration de la structure industrielle provient aussi de la naissance des «spin-offs» et des «acorns»[9] et de la prolifération des sous-traitants locaux. En fait, la venue d'entreprises de R-D dans une localité est un des mécanismes privilégiés de diffusion et d'accès à l'innovation

9. Un «acorn» est une entreprise dont la naissance est due à un laboratoire universitaire ou gouvernemental.

pour la région en question. Cet accès à l'innovation «modernise» l'économie locale dans toutes ses dimensions, qu'elles soient sociologiques, économiques ou politiques. De plus, si une masse critique de nouvelles entreprises de R-D s'installe dans la région, cette dernière peut devenir un technopôle[10] (ex. la Silicon Valley) reposant sur l'entrepreneurship local où le mécanisme de croissance peut devenir auto-entretenu. Ceci dit, il faut souligner que la stabilité et la permanence d'un technopôle spatial ne sont pas toujours assurées, surtout s'il n'y a pas de complémentarité locale (c'est d'ailleurs partiellement le cas de la Silicon Valley). Dans ces conditions en effet, la permanence et la croissance du technopôle reposent sur l'évolution et de la demande extérieure et de la composition de cette dernière; et plus un technopôle est spécialisé, plus cette dépendance sera forte.

Rien ne prouve que toutes les régions périphériques vont nécessairement franchir toutes les étapes de ce scénario optimiste. En effet, le processus de redéploiement industriel par les nouvelles technologies exige, entre autres, la présence dans la région d'incubateurs et de chercheurs d'élite. De plus, il y a divers obstacles à ce type de développement local[11].

2.3 L'analyse coûts-bénéfices de la décentralisation géographique des activités de R-D

Comme nous le démontrerons dans ce qui suit, les principaux coûts d'une politique gouvernementale de décentralisation en régions périphériques de la R-D universitaire et gouvernementale proviendraient surtout de la diminution des économies d'échelle et des économies urbaines.

Plus formellement, le problème se pose dans les termes suivants. Les caractéristiques, autant du laboratoire où s'effectue la recherche que du lieu où se trouve ce laboratoire, ont une incidence considérable sur le rendement des ressources consacrées à la R-D en termes de production de nouveautés scientifiques et techniques. Ainsi, si on accepte que la quantité de nouveautés qui seront produites au temps t, (N_t), dépend du nombre de chercheurs employés (C_t), du nombre de techniciens (T_t) et des équipements utilisés (E_t), nous aurons:

$$N_t = f[\lambda_i(C_t, T_t, E_t)],$$

où λ_i serait précisément un facteur de pondération des inputs différent selon l'environnement où les inputs sont utilisés. Ce que nous tenterons de montrer dans ce qui suit, c'est que λ_i sera beaucoup plus élevé lorsque i = Montréal (ou une grande ville) que lorsque i = Chicoutimi (ou une petite ville). Ainsi, la même quantité de facteurs utilisés engendrera un N_t plus petit lorsque i = Chicoutimi que lorsque i = Montréal. De la même façon, on peut dire que, pour obtenir un même N_t, il

10. Nous reviendrons sur cette notion au chapitre 7.
11. Voir Martin (1986a).

faudra davantage d'inputs si la production se fait dans une petite ville plutôt que dans une grande ville. Notre but est donc de montrer comment et pourquoi λ_i varie selon les caractéristiques de l'établissement de production et celles de sa ville de localisation.

De plus, dans la mesure où la décentralisation géographique des activités de R-D risque de diminuer la production totale de N_t dans un pays (les coûts ayant augmenté), on doit réaliser que le potentiel de l'ensemble de l'économie n'augmentera pas au même rythme qu'en l'absence de cette décentralisation. Et c'est vraiment à ce niveau qu'on retrouve le coût possible d'une décentralisation engendrant une perte d'efficacité dans la production de nouveautés scientifiques et techniques. C'est pourquoi d'ailleurs, une décision de localisation doit toujours être évaluée en termes de choix alternatif. Nous reviendrons sur cette question après avoir énuméré les avantages *régionaux* possibles de la décentralisation des activités de R-D.

La décentralisation de la R-D peut produire les avantages régionaux suivants: i) une création d'emplois locaux dont l'importance est mesurée par le multiplicateur, ii) une amélioration du capital humain, iii) des «spin-offs» et des «acorns» engendrés par l'augmentation locale des activités de R-D universitaire ou gouvernementale. Les «spin-offs» et «acorns» sont un bon indicateur de l'augmentation de l'entrepreneurship local.

Il s'agit par conséquent de faire une analyse avantages-coûts de la décentralisation de la R-D. Comme ces avantages et ces coûts se présentent sous forme de flux temporels, il faut non seulement les escompter mais déterminer l'horizon des calculs. Nous suggérons ici une période de 30 années et non pas une période infinie parce que l'expérience montre (voir les cas de la Silicon Valley et de la Route 128) que cette période est suffisamment longue pour déterminer si ce genre de développement régional peut se matérialiser ou non.

Comme il s'agit d'un choix entre deux sites (métropole ou régions périphériques) pour la R-D, l'analyse avantages-coûts doit être faite en termes de différence entre l'impact des activités de recherche en métropole et celui de ces mêmes activités en périphérie. Notons qu'il est possible que les résultats de l'analyse avantages-coûts diffèrent selon le secteur industriel envisagé, de sorte qu'il n'y aurait pas de théorie générale de la décentralisation de la R-D. C'est pour cela que certaines de nos conclusions porteront davantage sur les secteurs de l'électronique, de la pharmacie-biotechnologie et des pâtes et papiers que nous avons étudiés plus en détail.

Pour ces secteurs, nous utiliserons les hypothèses de travail suivantes:

1) il existe des rendements à l'échelle ou des seuils minimums en ce qui a trait à la dimension des laboratoires ou des unités de recherche;

2) les économies urbaines existent pour la R-D et elles sont considérables. De plus, ces économies urbaines ne peuvent pas être remplacées totalement par le recours à la communication écrite, aux télécommunications ou aux voyages

parce que de fréquentes communications tête à tête sont essentielles et que les méthodes de remplacement sont coûteuses. Par ailleurs, les économies urbaines portent non seulement sur le processus de production de la R-D, mais aussi sur les aménités que les chercheurs consomment. Or, ici encore les substituts sont ou bien très coûteux ou bien inexistants. En somme, la perte d'économies urbaines se traduit par des débours plus élevés pour la R-D (ou par une diminution de l'output) et par des difficultés de recrutement du personnel;

3) en Amérique du Nord, la R-D privée est un phénomène de très grande urbanisation, de coopération avec des universités prestigieuses et de sources locales de capital de risque. Toute décentralisation dans les régions périphériques rend donc plus difficile la R-D privée et réduit la possibilité de «spin-offs» et d'«acorns». Or, comme l'un des bénéfices escomptés de la décentralisation est précisément la génération de «spin-offs» et d'«acorns», l'avantage d'une politique de décentralisation de la R-D universitaire et gouvernementale est considérablement amoindri, sinon inexistant;

4) quant au rôle indéniable de la technologie dans le développement régional, ce n'est pas la génération locale de nouveautés technologiques qui compte (sauf dans le cas d'une ressource locale unique inexploitée à cause du manque de connaissances) mais *l'accès* aux nouvelles technologies. Or, à moins de démontrer que l'accès à la technologie est impossible sans génération locale, la décentralisation de la R-D n'est pas essentielle à la poursuite du but visé. En effet, il existe des moyens moins coûteux d'assurer adéquatement cet accès: l'enseignement universitaire au sens strict, la participation des professeurs à la solution de problèmes locaux, la création d'organismes locaux de diffusion du savoir-faire, etc. Enfin, il peut y avoir contradiction entre la nature de la R-D universitaire et son utilisation comme moteur de développement local. En effet, la recherche universitaire vise d'abord et avant tout l'évolution des connaissances scientifiques, de sorte que l'utilité de ses résultats déborde la région et s'étend à tout le pays sinon au monde entier[12]. Ce phénomène donne donc lieu à des fuites importantes[13]. De plus, le principe de la liberté académique empêche que les thèmes de recherche correspondent toujours aux préoccupations locales.

Les chapitres qui suivent seront essentiellement consacrés à vérifier directement ou indirectement l'ensemble de ces hypothèses et à en tirer les implications sur la faisabilité et l'opportunité de décentraliser régionalement les activités de R-D.

12. Il existe une documentation écrite considérable qui démontre que les petits pays et a fortiori les petites régions ont ordinairement intérêt à se comporter comme des passagers clandestins en ce qui a trait à la R-D de base.

13. Ainsi, «with universities, in contrast to professional schools, there is a risk. The best universities do excellent research in fields of international interest. Thus these researchers want to teach their own specialities which might be totally unrelated to the curricula of the university or to the needs of the region concerned. This could be the case not only in industrialized countries, but also in many Third World countries where effects may well be adverse» (Chabbal, 1984, p. 270).

3. Les économies de dimension et d'agglomération dans la recherche-développement

Le modèle d'évaluation que nous avons présenté au chapitre précédent imputait les coûts principaux de la décentralisation de la R-D à la diminution des économies de dimension et d'agglomération. Pour vérifier cette proposition, il faut d'abord démontrer que ces économies existent. S'il en était autrement, on pourrait, sans perte d'efficacité, localiser la R-D n'importe où sur le territoire. Dans le présent chapitre, nous allons d'abord examiner l'existence d'économies de dimension dans trois industries, puis nous donnerons le cadre théorique qui nous permettra d'étudier empiriquement la question des économies urbaines d'agglomération au chapitre suivant.

3.1 Les économies de dimension dans l'activité de R-D

La concentration spatiale de la R-D peut provenir de l'existence de rendements à l'échelle importants. En effet, quand il y a juxtaposition de rendements à l'échelle importants, d'un marché limité et de coûts de transport négligeables, seul un nombre limité de points dans l'espace peuvent être viables pour la production de certains produits. La production des ingrédients pharmaceutiques actifs d'une grande entreprise située en Suisse ou en Allemagne et desservant le monde entier à partir d'une seule usine en est un bon exemple.

Il y a deux façons d'aborder la question des rendements à l'échelle et des économies d'agglomération: on peut examiner cette question d'un point de vue théorique ou bien vérifier empiriquement l'existence de tels rendements. La vérification empirique, comme on le verra plus loin, est souvent nécessaire parce que la théorie ne fournit pas toujours de conclusion. De plus, comme l'importance de ces effets est susceptible de varier selon l'industrie étudiée, l'étude empirique est nécessaire.

L'incidence de la dimension des laboratoires de recherche sur la productivité des chercheurs qui y travaillent n'est pas nécessairement positive puisque deux effets jouant en sens contraire peuvent se produire lorsque la taille des équipes de recherche augmente. L'augmentation du nombre de chercheurs dans une équipe peut augmenter la productivité des chercheurs par le jeu de la fertilisation croisée et l'utilisation en commun d'équipements indivisibles de grande dimension. Par contre, on peut aussi trouver que la prolifération des contacts interpersonnels atteint rapidement le stade des rendements décroissants. Quant au partage d'équipements de grande dimension, le

progrès technologique, en miniaturisant les équipements, peut faire disparaître l'effet de la dimension des équipes de chercheurs sur leur productivité. Les nouvelles possibilités de communication à grande distance peuvent avoir le même genre d'effet. Une réponse claire ne peut venir, par conséquent, que de tests empiriques.

Dans ce qui suit, nous allons examiner en détail la question des économies de dimension en R-D pour le cas des semi-conducteurs, celui de la pharmacie-biotechnologie et celui des pâtes et papiers.

3.1.1 Le cas des semi-conducteurs

Du côté de la recherche industrielle, la recherche empirique de Wallmark et al (1973), portant sur les semi-conducteurs, donne les résultats suivants:

> 1) L'efficacité[1] des équipes de chercheurs augmente avec le nombre de membres dans l'équipe[2] (par exemple, C/n augmente de 2 % pour chaque membre additionnel dans une équipe quelconque, Wallmark et al., 1973, p. 83). Par exemple, dans une simulation faite à partir d'un échantillon de 50 chercheurs et en comparant leur productivité individuelle (C/n) selon que ces mêmes chercheurs travaillent isolément ou en groupes de 2, 5, 10, 25 et enfin dans une seule équipe de 50 membres, les auteurs montrent que la productivité des chercheurs augmente continuellement. Ainsi, lorsque ces 50 chercheurs sont regroupés, ils ont le même output que 138 chercheurs travaillant isolément (Ibid., p. 83). Bien plus, en étudiant la production scientifique d'un certain nombre de chercheurs ayant changé d'équipe au cours des années, les auteurs trouvent que ceux qui se sont joints à de plus grosses équipes ont amélioré leur productivité tandis que ceux qui se sont intégrés à des équipes plus petites ont vu leur productivité diminuer (Ibid., pp. 84 et 85).
>
> 2) Cette croissance de la productivité est exponentielle, de sorte que, dans les équipes dont la production scientifique a été étudiée, la productivité augmente de 300 % par chercheur lorsque la dimension de l'équipe passe de 1 à 50 chercheurs.
>
> 3) On n'a pas trouvé une dimension d'équipe optimale dans cette étude parce qu'aucune des équipes étudiées n'avait atteint la phase de rendements décroissants liés à la dimension des équipes.

1. L'efficacité de la R-D est mesurée par le nombre de citations (C) dans des revues scientifiques majeures divisé par le nombre de membres dans une équipe (n), i.e. C/n (ibid, p. 81). Il s'agit ici d'articles et de citations publiés entre 1965 et 1970.
2. Comme les auteurs n'ont étudié que des équipes qui ont eu du succès, on suppose que les dirigeants des équipes ont adéquatement augmenté ou diminué le nombre de leurs chercheurs. On imagine que ces dirigeants ont pris en considération le coût de coordination et les fruits des contacts entre chercheurs.

4) La performance en recherche des équipes étudiées est fortement influencée par la présence d'un chercheur d'élite dans l'équipe[3]. De plus, la productivité de l'équipe reflète la productivité du chercheur d'élite avec un certain décalage, si bien que, même après son départ, la productivité de l'équipe se maintient pendant un certain temps avant de diminuer (Ibid., p. 84). L'effet du chercheur étoile est encore plus grand sur les petites équipes.

5) Il existe deux autres facteurs qui conditionnent également la productivité des équipes: i) l'environnement de travail qui est fonction de la qualité des édifices et des équipements, du style de l'administration, des possibilités de contacts avec d'autres chercheurs (pas nécessairement dans la même discipline), de la disponibilité locale de services spéciaux aux entreprises et ii) les préférences personnelles des chercheurs étoiles et des jeunes chercheurs prometteurs pour les grandes équipes de recherche.

6) La productivité la plus grande n'est pas dans les laboratoires universitaires mais dans les laboratoires privés (Ibid., tableau 1, p. 81). Ainsi, dans les semi-conducteurs, on a trouvé qu'I.B.M. avait un indice de productivité deux fois plus élevé que celui du M.I.T.

Les auteurs n'ont pas démontré que leurs résultats s'appliquaient à d'autres disciplines. Tout de même, ayant examiné un autre secteur comme la physique appliquée, ils ne voient pas en quoi ce dernier diffère du cas étudié (Ibid., p. 85).

3.1.2 Le cas de la pharmacie-biotechnologie

Jusqu'il y a dix ans, l'industrie de la pharmacie comprenait tous les produits médicinaux à usage humain ou animal, y compris ce que nous appelons aujourd'hui la biotechnologie. Cependant, avec le plafonnement des découvertes pharmaceutiques traditionnelles[4], la biotechnologie risque de prendre une part de plus en plus grande de cette industrie des produits médicinaux. Des entreprises biotechnologiques, qui font appel à des microbiologistes plutôt qu'à des chimistes, oeuvrent de plus en plus dans

3. On a mesuré la performance des équipes avant et après l'arrivée d'un chercheur d'élite. L'interaction entre les chercheurs est donc un facteur explicatif de la productivité des équipes. Les chercheurs d'élite sont, toutefois, très mobiles.
4. Depuis 20 ans, il ne s'est pas découvert beaucoup de médicaments importants à partir de la pharmacie traditionnelle. «During the past twenty years product innovation has become more difficult» (Burstall et al, 1981, p 217), de sorte que «la grande majorité des nouveaux médicaments» sont considérés comme ayant peu ou pas d'avantages thérapeutiques sur les médicaments existants...» Dans ce cas, la R-D sert «surtout à des fins stratégiques»... des entreprises, c'est-à-dire au marketing. La R-D actuelle de la pharmacie consiste en «cloning» de médicaments existants chez les entreprises rivales. Il ne faudra pas se surprendre d'apprendre (plus loin dans notre étude) que la localisation de cette R-D est orientée par des considérations de marketing.

le domaine pharmaceutique[5]. Ces entreprises sont souvent des P.M.E. alors que la pharmacie est dominée par quelques entreprises géantes. D'un autre côté, la «brevetabilité des produits biotechnologiques n'a pas encore fait jurisprudence» (Eastman, 1985, p. 452). Ceci va probablement amener une intervention gouvernementale plus importante que dans le cas de la pharmacie traditionnelle.

En matière de R-D de base en pharmaco-biotechnologie, le secteur public et universitaire est ordinairement en avance sur le secteur privé[6], contrairement à ce qui se passe dans le domaine des semi-conducteurs et de l'électronique (voir Svedberg, 1984, p. 183). Cependant, si on s'attache à la phase «développement», «les universités et les laboratoires publics ne constituent pas des sources importantes d'innovations pharmaceutiques» (Burstall et al, 1981, p. 91)[7]. C'est moins vrai dans le domaine des vaccins et peut-être dans celui de la biotechnologie proprement dite.

La question des économies de dimension dans la R-D dans l'industrie pharmaceutique et dans l'industrie biotechnologique sera étudiée séparément.

La R-D dans l'industrie pharmaceutique

Dans l'industrie pharmaceutique, la R-D peut être divisée en trois phases. La première phase consiste en recherche fondamentale qui va de la découverte de nouveaux processus biologiques à la synthèse de composés cliniques et à l'expérimentation chez les animaux. Le secteur public (laboratoires universitaires, gouvernementaux et de fondations) exécute en grande partie cette recherche. Cette R–D fondamentale constitue 15 % du budget total de la R-D dans le secteur pharmaceutique. La deuxième phase consiste dans la recherche des procédés de fabrication techniquement et économiquement efficaces. Cette sorte de R-D constitue aussi au Canada 15 % du budget total de R-D des entreprises privées (Eastman, 1985, p. 450). La troisième phase est la recherche clinique. Elle compte pour 70 % du budget de R-D des entreprises privées. La majeure partie de cette R-D est faite à contrat dans les hôpitaux universitaires (Eastman, 1985, p. 450).

Le tableau 5 donne une approximation des dépenses de R-D en pharmacie supportées par divers exécutants dans quelques pays industrialisés.

---

5. Cela n'empêche pas certaines entreprises pharmaceutiques d'être aussi actives en biotechnologie. Enfin, il est difficile de dire si, sur une longue période, ce sont les anciennes grandes entreprises qui vont dominer ou bien si ce sont de nouvelles P.M.E. qui vont s'agrandir. Les grandes entreprises pharmaceutiques actuelles ont un avantage du côté de l'aptitude à supporter l'incertitude dans ce domaine. Elles possèdent aussi une certaine main-d'oeuvre spécialisée. Cependant, elles sont entravées par de «vieux» chercheurs qui sont ancrés dans une certaine approche de la R-D. L'avantage de la P.M.E. réside dans son personnel de jeunes chercheurs sans méthodes préconçues.
6. En pharmacologie, la molécule de base est ordinairement découverte à l'université. La transformation de cette molécule en un médicament est ordinairement l'affaire du secteur privé, malgré que cette phase de développement dépende beaucoup du secteur public pour les recherches cliniques en milieu hospitalier.
7. Ce qui est normal parce que l'unité de mesure est le brevet.

Tableau 5: Dépenses gouvernementales, du secteur public et du secteur privé, sur la R-D (santé) (en millions de dollars)

Pays	Année	Industries pharmaceut.	Universités	Gouvernement
Grande-Bretagne	1972/3	108	3,0	200
Canada	1969	63	6,6	n.d.
Allemagne de l'Ouest	1972	310	n.d.	568
Suisse	1975	280	n.d.	11
États-Unis	1972	535	50	2 223

Source: Burstall et al., 1981, p. 91, tableau 23.

Il faut maintenant déterminer s'il existe des rendements à l'échelle dans l'activité de R-D de l'industrie pharmaceutique. Il va s'agir ici de R-D de base et de procédés de fabrication puisqu'en général la recherche clinique est faite extra-muros (voir Burstall, 1981, p. 137) et est forcément décentralisée. Les opinions d'experts et les études empiriques conduisent à la même conclusion voulant que non seulement il existe des rendements à l'échelle, mais qu'il y aurait une masse critique minimale.

1. Selon la Canadian Drug Manufacturing Association, il faut au moins 100 chercheurs de premier ordre pour effectuer efficacement de la R-D dans l'industrie pharmaceutique (C.D.M.A., 1983, p. 34).

2. Un rapport des Nations Unies estime qu'il existe des économies d'échelle dans la R-D pharmaceutique et qu'il est donc nécessaire d'avoir de grandes entreprises. Il semblerait, toutefois, y avoir une dimension optimale puisqu'après une certaine dimension, les rendements décroissants à l'échelle apparaîtraient dans la recherche pharmaceutique[8]. Il semble aussi, selon la même étude, que c'est la concentration dans un petit nombre de domaines qui augmente les rendements.

3. L'O.C.D.E. constate aussi l'existence de rendements à l'échelle en R-D pharmaceutique de même qu'une certaine synergie entre les équipes, sinon entre les secteurs (il s'agit de la chimie en Europe). La masse critique d'un laboratoire se situerait entre 200 et 300 chercheurs. L'O.C.D.E. va jusqu'à dire que les économies d'échelle augmentent jusqu'à ce qu'une équipe de recherche compte entre 1 000 et 1 500 chercheurs (Burstall et al., 1981, pp. 70-72).

8. «R-D scale economies stem not only from technological requirements, but also from government regulatory policy» (United Nations, 1979, p. 35).

4. Eastman (1985, p. 165) indique que dans la phase «découverte de nouvelles idées» il ne semble pas y avoir d'économies d'échelle. Toutefois, la phase «transformation en un médicament sûr» serait caractérisée par des économies d'échelle importantes.

L'existence de laboratoires de recherche de grande dimension dans l'industrie pharmaceutique n'est pas indépendante de l'âge de l'industrie. En effet, il semble qu'avec le temps, l'activité de R-D s'institutionnalise au sein d'une industrie (Howells, 1984, pp. 18-21). Les conséquences d'une longue histoire de recherche dans une industrie sont nombreuses. D'abord, fréquemment, l'équipement est de plus en plus coûteux et complexe. Ensuite, le processus est très risqué puisque, dans le cas de l'industrie pharmaceutique, un seul médicament sur dix connaît un grand succès (Burstall et al., 1981, p. 34) et il peut en coûter jusqu'à 110 millions de dollars pour développer un médicament à succès (Eastman, 1985, p. 165). Finalement, le processus de R-D est très long en pharmacie (10-12 ans) (Burstall et al., 1981, p. 218 et 247). Les grandes entreprises aux ressources importantes sont donc favorisées. Par contre, on doit souligner que le cycle du produit est beaucoup plus long que dans une industrie comme l'électronique, par exemple.

L'existence de rendements à l'échelle importants dans l'activité de R-D de l'industrie pharmaceutique se combinant à la nécessité d'un contrôle[9] étroit de cette activité a pour conséquence la concentration et la centralisation de la R-D près du siège social des grandes entreprises (voir Eastman, 1985, p. 451 et Burstall, 1981, p. 70). Cela n'élimine pas la possibilité pour des P.M.E. de faire de la recherche et d'avoir un certain succès. Mais au total, «large firms are more important whith respect to the aggregate of all new drug introductions and smaller firms with respect to the most important innovations» (Pazderka, 1985, p. 20). Cette citation implique un certain paradoxe qui peut être résolu par les remarques suivantes: tout d'abord, il est question d'entreprises seulement un peu plus petites que les grandes (Mansfield et al, 1971, cité par Pazderka, 1985, p. 20); de plus, ces dernières comptent sur les pouvoirs de marketing des grandes entreprises pour convertir leurs inventions en innovations. En d'autres termes, il y a complémentarité entre les grandes entreprises et les moins grandes à l'intérieur de la phase R-D d'un même produit.

L'opinion des experts peut se résumer comme suit: «the critical mass for a research establishment in the pharmaceutical industry is believed to be between 200 and 300 personnel. Below this level, the research establishment is ineffective; above the threshold, significant economies in costs of services and overhead are realized. Diseconomies of scale are believed to set in when the research personnel reaches

9. Le contrôle vient en partie du «management». On se réfère au «management» de l'activité de R-D elle-même. Ce «management» est complexe car il consiste dans la supervision et la coordination d'un grand nombre de spécialistes gravitant autour d'un petit nombre de chercheurs-clés. Il s'agit du «management» d'équipes multidisciplinaires de grande dimension. Dans ce cas, il faut rapidement détecter les erreurs d'orientation et de communications entre les membres des équipes. Autrement, des sommes considérables sont gaspillées et la survie de l'entreprise est en danger car elle dépend de sa capacité d'innover continuellement.

between 1000 and 1500 and management problems become intractable to the point where a second research centre becomes desirable. Because of the presence of the threshold effect and economies of scale, only three of the 25 largest multinational companies in the world had an additional research establishment of approximately the same importance as the main research centre located in their home country» (Pazderka, 1985, p. 21).

La R-D dans l'industrie biotechnologique

L'activité de R-D en biotechnologie en est encore à la phase fondamentale, là où plusieurs découvertes ont un caractère de biens publics. D'un autre côté, les domaines d'application sont très nombreux (agriculture, médecine, etc.). Dans une industrie aussi jeune, il n'existe pas de données faisant autorité quant aux économies d'échelle.

D'une part, on trouve des laboratoires gouvernementaux comme l'Institut de Recherche en Biotechnologie de Montréal (Conseil national de recherches du Canada) où sont regroupés 200 à 300 chercheurs. D'autre part, il y a ces nombreuses P.M.E.[10], surtout aux États-Unis, qui après un départ boursier fulgurant sont tombées en défaveur.

Enfin, certains grands laboratoires de compagnies pharmaceutiques se recyclent graduellement en biotechnologie, ce qui aura pour effet de relever la taille moyenne des laboratoires.

3.1.3 Le cas de la R-D dans le secteur forestier

Au Canada[11], la R-D reliée au secteur forestier couvre deux domaines: i) la gestion de la forêt et la production du bois d'oeuvre; ii) la transformation du bois en produits de papier et produits connexes.

L'activité de R-D portant sur la gestion de la forêt et la production du bois est surtout réalisée au sein d'organismes des gouvernements fédéral et provinciaux et des universités (départements de foresterie). On y étudie les techniques de gestion et d'exploitation de la forêt, de sa préservation et de sa croissance. Auparavant assimilé à l'agriculture, ce domaine de recherche s'oriente de plus en plus vers la biotechnologie, notamment dans la lutte contre les parasites. Le ministère fédéral de l'Agriculture comptait, en 1984, 991 chercheurs dans des centres de recherche forestière localisés dans les différentes régions du Canada. Au Québec, le

10. Certaines de ces P.M.E. ont cependant atteint une taille respectable puisqu'elles emploient jusqu'à 300 détenteurs de doctorats (Eastman, 1985, p. 452).
11. Le Canada est utilisé ici comme norme car son leadership mondial dans ce domaine de recherche fait autorité.

gouvernement provincial avait aussi, en 1984, 83 chercheurs. Quelques universités, notamment Laval, McGill, British Columbia et l'Université du Nouveau-Brunswick, comptent un petit nombre de chercheurs et d'employés de soutien (seulement six à McGill).

L'activité de R-D portant sur la fabrication des pâtes et papiers et des produits connexes est surtout réalisée au sein des entreprises privées bien que les gouvernements fédéral et provinciaux et les universités soient régulièrement impliqués dans des projets conjoints. L'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (PAPRICAN), situé à Pointe-Claire au Québec, en est un exemple. Le PAPRICAN a été créé par le gouvernement fédéral et ses opérations sont presque complètement financées par des entreprises du secteur des pâtes et papiers et des industries connexes comme celles de la chimie et de l'électronique. Dans ce domaine de recherche, PAPRICAN est le plus gros centre de R-D au Canada avec de nombreux chercheurs intra-muros en sus des chercheurs associés provenant d'universités comme McGill[12], l'Université de Montréal (microbiologie) et l'École Polytechnique[13].

Au Canada, on a recensé, sur une base volontaire, (voir Statistique Canada, no 88-205) 1 045 emplois de R-D[14], dans les entreprises de pâtes et papiers et dans le PAPRICAN. Comme le PAPRICAN travaille en liaison avec la plupart des entreprises canadiennes du secteur des pâtes et papiers, l'ensemble de la R-D canadienne de ce secteur est grosso modo coordonné par un réseau de laboratoires centrés sur le PAPRICAN[15].

L'activité de R-D dans le secteur de pâtes et papiers s'oriente maintenant un peu vers la biotechnologie. À cet effet, le PAPRICAN a inauguré, en juin 1985, le «Centre de recherche en biotechnologie Pierre-R.-Gendron». Ce nouveau centre travaille en collaboration avec d'autres organismes de la région de Montréal: l'Université de Montréal, l'École Polytechnique, l'Université McGill et le Conseil national de recherches du Canada (il s'agit d'une entente avec l'Institut de biotechnologie du C.N.R.C. à Montréal).

---

12. Pulp and Paper Research Institute of Canada de l'Université McGill, 1925, compte un personnel direct, affilié et de soutien de 25 personnes.
13. Depuis janvier 1986, PAPRICAN tavaille aussi conjointement avec l'U.B.C., l'U.B.C. Pulp and Paper Centre à Vancouver. Ce centre a été construit à partir de subventions du gouvernement de la Colombie britannique. Il faut aussi noter que le PAPRICAN est utilisé par des étudiants de McGill (Département de chimie, génie chimique, génie civil, mécanique appliquée), de l'Université de Montréal (microbiologie) et de Polytechnique qui y font des recherches en vue de diplômes universitaires.
14. Cet échantillon semble représentatif car il soutient la comparaison (en ce qui a trait au Québec) avec «L'Inventaire des entreprises manufacturières qui font de la recherche et du développement au Québec», 1985, quatrième édition (Direction de la maîtrise du développement scientifique et technologique, Gouvernement du Québec, 1986).
15. Quelques entreprises, comme Domtar, par exemple, ont cependant des laboratoires qui couvrent en outre des avenues de recherche particulières. Il en est de même de petits centres universitaires comme celui de l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Existe-t-il des rendements à l'échelle dans la recherche sur les pâtes et papiers? La réponse à cette question est positive. En effet, on ne pourrait expliquer autrement le fait que l'ensemble des entreprises d'un secteur ait concentré le gros de leur activité de R-D dans un centre de recherche (PAPRICAN) comptant 320 chercheurs[16]. De ce fait, les laboratoires des entreprises de l'association des producteurs de pâtes et papiers peuvent être petits[17], leur fonction étant surtout d'adapter les résultats du laboratoire central, ou bien de formuler scientifiquement des problèmes à être soumis au PAPRICAN. Cet arrangement particulier s'explique par le fait que la R-D, dans ce secteur, n'a pas tellement pour but de développer un produit distinctif pour chaque entreprise (comme dans le cas de la pharmacie ou de l'électronique), mais, ordinairement, d'améliorer les techniques de production.

3.1.4 Conclusion

Un examen de l'activité de R-D dans trois industries fort différentes, à savoir les semi-conducteurs, les produits pharmaceutiques et les produits forestiers, nous amène à conclure que, dans ces trois secteurs, il existe d'importantes économies de dimension dans l'activité de R-D[18]. Évidemment, on ne peut déduire de ces résultats particuliers qu'il existe toujours et partout des économies de dimension dans l'activité de R-D. On doit, toutefois, retenir de ces études de cas que, si dans l'activité de R-D de secteurs aussi différents que ceux étudiés on trouve toujours des économies de dimension, cette possibilité ne peut être exclue, a priori, d'aucun autre secteur d'activité économique.

---

16. À cela, il faut ajouter les facilités et le personnel des laboratoires et facultés des quatre universités montréalaises qui lui sont affiliées, ainsi que le laboratoire de biotechnologie du Conseil national de recherches du Canada.

17. La dimension des laboratoires des entreprises canadiennes est de deux à 113 personnes. Seulement 6 usines (sur 23) ont un personnel de R-D supérieur à 50 personnes. Quant aux 7 laboratoires du gouvernement fédéral (disséminés à travers le Canada), leur dimension moyenne est plus grande: 140 personnes. Le plus gros centre fédéral a 195 employés. La différence vient de la mission différente de la R-D fédérale: il s'agit de stations expérimentales de foresterie, de sorte que la proportion du personnel scientifique sur l'emploi total est plus faible dans les centres fédéraux qu'au PAPRICAN.

18. Théoriquement, les choses sont cependant un peu plus compliquées car on peut distinguer deux sortes d'économies d'échelle: i) celles qui existent indépendamment du milieu, c'est-à-dire les «economies internal to the firm» selon la définition de Shefer (1973, p. 63) et ii) celles qui existent à cause de la ville; elles consistent dans un déplacement («shift») de la fonction de production qui est imputable à la dimension de la ville. Cette dichotomie a été proposée par des chercheurs comme Shefer (1973), Carlino(1982) et Labbé (1980) dans leurs tentatives de mesurer les économies d'agglomération dans le secteur manufacturier. Le manque d'espace nous empêche d'examiner rigoureusement les ramifications de cette distinction. Le lecteur averti doit, par conséquent, se souvenir que nos tests empiriques ne font pas cette distinction, de sorte que ce que nous allons évaluer au chapitre 4, comme économies urbaines, recoupera un peu des économies de dimensions de type ii) mentionnées ci-dessus. D'un autre côté, la mesure des économies de dimension obtenue par Wallmark et al. (1973) n'a pas éliminé tous les effets des économies urbaines d'agglomération. Enfin, les économies d'échelle incorporent les économies d'apprentissage.

3.2 Les économies urbaines d'agglomération dans l'activité de R-D: le cadre théorique

Si des économies d'agglomération dans l'activité de R-D existent, toute décentralisation de cette activité comportera des coûts d'opportunité. Un examen de cette question est donc fondamental.

Depuis Weber (1929), les économistes expliquent la concentration de l'activité économique dans l'espace par les économies d'agglomération[19]. Parmi celles-ci, les économies urbaines ont la réputation d'être les plus importantes[20]. Mais existent-elles dans l'activité de R-D?

Les économies urbaines d'agglomération dont il est question ici (celles qui se présentent sous la forme de coûts de production plus bas pour les entreprises par rapport à ceux qu'elles devraient supporter si elles produisaient dans des endroits où les économies urbaines sont absentes) s'obtiennent par définition dans les villes. L'hypothèse que l'on accepte provisoirement stipule que ces économies d'agglomération augmentent avec la dimension de la ville. Cette augmentation ne se poursuit peut être pas indéfiniment comme le montre la vaste littérature sur la dimension optimale des villes[21]. Les nombreuses causes des économies urbaines sont pour la plupart reliées d'une façon ou d'une autre à la population. La dimension de la population peut à la fois être une source d'économies (facilité de communications, réservoir de main-d'oeuvre diversifiée, etc.) et de déséconomies (congestion, pollution, crime, etc.).

Empiriquement, l'existence d'économies d'agglomération est postulée lorsque l'on constate qu'une activité économique quelconque est spatialement concentrée[22]. En fait, «if geographical location were an unimportant component of the production forces for firms (...) we would expect (...) firms to be randomly distributed with respect to location» (Pascal et McCall, 1980, p. 384). Par conséquent, pour les localisations qui ne sont pas le fruit de décisions discriminatoires des gouvernements, ou de la nécessité d'accès à des sources exclusives de ressources disponibles dans un nombre limité d'endroits, leur choix a certainement dû être influencé par la prise en considération d'économies d'agglomération (pas nécessairement urbaines cependant).

Pour que les économies urbaines soient la cause de la concentration en ville (c'est-à-dire pour qu'il existe des économies externes urbaines), il faut plus qu'une simple corrélation entre les localisations en milieu urbain et la population urbaine.

---

19. Rappelons-nous que les économies d'agglomération se divisent en i) économies d'échelle, ii) économies de localisation et iii) en économies (déséconomies) urbaines.
20. Voir Labbé (1980, p. 416) ainsi que Carlino (1982). Dans les paragraphes qui suivent, nous limiterons notre exposé à ce type d'économies. De plus, nous supposons que le lieu de production de la R-D n'influence pas sa demande. Cette dernière peut être indifféremment publique ou privée.
21. Voir Richardson (1973b).
22. «La concentration spatiale de la production est ainsi expliquée par des forces, des facteurs de localisation; il s'agit des économies d'agglomération». (Labbé, 1980, p. 399).

Ainsi, le fait de constater qu'il y a, en nombre absolu, plus de laboratoires à New York qu'à Boston ne prouve pas que New York produit des économies externes urbaines. Cependant, si les entreprises trouvent qu'il est moins coûteux de se localiser à New York de préférence à d'autres villes, quitte à desservir ces dernières à partir de New York, il est probable qu'elles le font parce qu'elles bénéficient ainsi d'économies d'agglomération urbaines produites par New York. Par conséquent, les villes qui produisent des économies d'agglomération attirent des entreprises qui non seulement desservent la population locale, mais exportent vers d'autres endroits.

Il existe un indice, appelé quotient de situation qui, lorsqu'il est supérieur à l'unité, témoigne des exportations d'une ville. Ce quotient de situation est le rapport du pourcentage de l'emploi national dans une activité i, se trouvant dans une région j, sur le pourcentage de la population du pays se trouvant dans la région j:

$$\text{quotient de situation} = \frac{E_{ij}}{\sum_j E_{ij}} \Big/ \frac{Pop_j}{\sum_j Pop_j} .$$

Ce quotient se trouve alors, lorsque supérieur à l'unité, à indiquer l'existence d'économies d'agglomération et, dans certains cas, d'économies urbaines. Il s'agira simplement d'économies d'agglomération s'il est exclusivement question d'économies d'échelle internes selon la définition de Shefer (1973, p. 63). Cependant, dans le cas d'économies d'échelles dues au déplacement de la fonction de production imputable à la dimension de la ville, le quotient de situation témoigne d'économies urbaines.

L'indice en question n'est pas parfait car il suppose un ensemble de conditions qui ne sont pas toujours réalisées. Il est ainsi postulé que les fonctions de demande locale et nationale sont identiques, que les niveaux de productivité locale et nationale sont les mêmes et que les fonctions de production locale et nationale ne sont pas différentes. On suppose en plus qu'il y a toujours une possiblité de substitution entre certains bien locaux et des biens nationaux et qu'il n'y a pas de spécialisation dans la production d'un bien. Enfin, on fait l'hypothèse que sur une longue période, les entreprises sont libres de se localiser où elles le désirent et que leurs localisations sont soumises aux lois du marché. La concentration ne sera donc un signe d'économies d'agglomération que pour le secteur privé, les entreprises publiques pouvant parfois se soustraire à cette règle.

Dans le cas d'entreprises manufacturières, on décèle la présence d'économies d'agglomération urbaines en examinant le degré d'homogénéité de la fonction de production de l'ensemble des établissements d'une ville. Selon la tradition théorique[23], «la fonction de production est homogène de degré un aux économies

23. Voir Sakashita (1967), Shefer (1973), Dhrymes (1965 et 1967), Carlignon (1978), etc.

d'agglomération près» (Labbé, 1980, p. 401). De sorte que «pour déterminer les économies d'agglomération, il suffit de mesurer le degré d'homogénéité h des fonctions de production» (Ibid., p. 403)[24].

Si l'on suit Carlino (1982), la fonction de production dans la ville i peut s'écrire:

$$q_i = g(A_i)f(X_{1i}, X_{2i})^{hi}.$$

Le terme $g(A_i)$ tient compte des différences entre les villes imputables à leurs caractéristiques particulières[25] de localisation. X_1 et X_2 sont les deux facteurs de production et la fonction de production est homogène de degré h. Les rendements croissants à l'échelle, dus au phénomène d'agglomération, se retrouveront donc dans le paramètre h. Ce terme h diffère donc selon les caractéristiques des villes[26].

L'étape suivante consiste à établir la relation entre la population des villes et leurs économies d'agglomération. Même si les causes des économies d'agglomération sont nombreuses, selon Baumol, elles peuvent en grande partie être reliées à la population, de sorte que cette dernière devient une variable d'approximation pour la plupart des caractéristiques pertinentes des villes. Le cheminement de l'établissement de la relation entre la population et les économies d'agglomération urbaines s'est développé comme suit:

---

24. Notons que cette approche englobe des économies d'échelle des types (i) ou (ii) (voir renvoi no 18). Cependant, seules les économies d'échelle du type (ii) sont de sources urbaines, c'est-à-dire des économies d'agglomération urbaines. Cette approche assimile les économies d'agglomération à un facteur spécial. Ce facteur correspond, dans le modèle Arrow-Solow à $Q = F(K,L;s)$, là où s = le facteur «échelle» (scale); s s'interprète comme l'augmentation résiduelle de productivité après avoir pris en compte K (capital) et L (main-d'oeuvre). Ici l'effet d'échelle (s) déplace la fonction homogène (de degré un) de production $Q = f(K,L)$. De cette façon, on peut observer $Q = B(s)f(K,L)$, là où B(s) correspond à l'effet d'échelle.

25. Ces caractéristiques consistent en: «proximity to transport modes as well as to other cities, level of technology, urban infrastructure, land topography, and, perhaps, institutional factors» (Carlino, 1982, p.99).

26. La valeur du terme h, pour 80 métropoles américaines, pour la période 1957-1977, se trouve dans Carlino (1982, pp. 103-104). Comme la fonction de production dans chacune des villes i n'a pas directement de correspondance empirique, Carlino (1982, pp. 100-102) a utilisé le modèle empirique suivant:
$W = AQ^{B}L^{y}$, là où $Q = F(K,L)$ fonction CES
d'où
$W = AQ^{B}L^{y + Bh - Bh}$, et $W = A\left(\frac{Q}{L^{h}}\right)^{B}L^{y + Bh}$
de sorte que l'on peut tirer $h = \frac{1 + y}{1 - B}$.
Pour mesurer empiriquement les économies d'agglomération (représentées par h) pour les villes i durant la période j, il a estimé les paramètres B et y de la fonction de production agrégée:
$\log W_{ij} = \log A + B \log Q_{ij} + y \log L_{ij} + \log U_{ij}$
là où W = Taux de salaire moyen de la ville i durant la période j, et U_i = un terme d'erreur.

> Baumol (1967) a d'abord suggéré de mesurer les économies urbaines par: $A = KN_i^2$, là où A = économies d'agglomération, K = une constante à estimer et N = la population de la ville i.

Graduellement, l'équation de Baumol a été modifiée pour finalement arriver à la forme[27]:

$$A_i = a + bP_i + cP_i^2$$

là où A_i = une mesure des économies d'agglomération urbaines;

et P_i = population de la ville i;

b = nous donne le lien existant entre la population et les économies urbaines d'agglomération. Dans la mesure où les résultats d'estimation donneront un coefficient positif et significatif, on déduira qu'il y a une relation positive entre l'importance des économies de localisation et la dimension de la population;

c = ce coefficient de P^2 nous permet de voir s'il existe des déséconomies possibles produites par l'augmentation de la population. Si ces déséconomies sont importantes, on devrait obtenir un signe négatif lors de l'estimation de ce paramètre.

Dans le cas de l'activité manufacturière, le modèle a été testé pour déterminer si la population peut servir de mesure des économies et déséconomies urbaines.

On a donc estimé:

$$\hat{h}_i = a + bP_i - cP_i^2$$

là où $\hat{h}_i$ a été auparavant estimé à l'aide de fonctions de production dont nous avons présenté les fondements antérieurement.

Carlino (1982, p. 105) a obtenu pour l'industrie manufacturière un b positif et un c négatif, ce qui est le signe qu'il existe une dimension urbaine optimale pour la production d'économies urbaines[28].

---

27. Voir Carlino (1982) p. 96. Notez ici que la mesure des économies d'agglomération ne correspond pas à un résidu; elles sont mesurées directement (voir Carlino, 1982, p. 95). De plus, elles sont la somme algébrique d'effets positifs et d'effets négatifs de la population. Cette approche est jugée préférable car les tentatives de mesurer directement les économies urbaines nettes n'ont pas réussi. La formule ci-haut sera ci-après appelée formule de Baumol.
28. Carlino (1982, p. 106) est d'opinion que trois millions d'habitants est la dimension optimale urbaine en ce qui a trait à la production d'économies urbaines pour les manufactures. Mais, comme une même ville n'est pas apte à fournir ces économies également à tous les secteurs manufacturiers (Carlino, 1979, p. 368; Labbé, 1980, p. 408; Shefer, 1973, pp. 60-61), rien ne prouve a priori que le même phénomène va se produire pour les activités de R-D.

L'équation révisée de Baumol ayant eu beaucoup de succès auprès des chercheurs travaillant à identifier les économies urbaines applicables aux secteurs manufacturiers, on peut se demander s'il en est de même pour l'activité de la R-D. La question est alors: «Est-ce que la localisation de la R-D est influencée par les économies urbaines?» Car si les économies urbaines n'existent pas pour la R-D, on devrait s'attendre à ce que la localisation géographique soit au hasard ou bien explicable par d'autres variables comme les précédents historiques, la volonté gouvernementale, des exigences de sécurité ou de disponibilité de ressources naturelles non transportables ou d'importantes économies de dimension (pour les centres de recherche) accompagnées d'une petite demande pour les services de R-D. Or, la réponse à cette question est empirique. En fait, pour démontrer que les économies urbaines sont une explication de la localisation de la R-D, il faut non seulement que l'on retrouve l'activité de R-D en milieu urbain selon la dimension de la population (ce qui élimine le hasard comme facteur de localisation), mais que la R–D per capita en milieu urbain augmente avec la dimension de la ville[29], du moins tant que la population n'est pas devenue suffisamment grande pour causer une baisse des économies d'agglomération urbaine[30].

La vérification empirique de l'hypothèse voulant que les économies urbaines contribuent à la localisation de la R-D en milieu urbain se fait soit par le calcul de quotients de situation[31], soit par l'estimation de l'équation de la mesure des économies d'agglomération.

29. Dans ce cas, il y aurait peut-être une dimension urbaine optimale quant à l'activité R-D. Il faut être conscient de cette possibilité qui a été constatée dans le domaine manufacturier en général.
30. Dans la mesure où, dans la régression entre la population et l'activité de R-D il restera une variation inexpliquée, il y aura place pour d'autres facteurs explicatifs comme ceux mentionnés auparavant, une intervention gouvernementale, par exemple.
31. Comme nous l'avons souligné antérieurement, ces indices ne sont pas parfaits, surtout en ce qui a trait au quotient de situation, car ils sont basés sur des hypothèses plus ou moins vérifiées de comportement des agents économiques (comme l'identité de la demande avec la demande nationale, la similarité de la productivité, etc.). Un quotient de situation plus grand que l'unité signifie, toutes choses étant égales, par ailleurs, que la ville pour laquelle ce coefficient est calculé exporte à d'autres lieux du pays. Le phénomène sera attribuable aux économies urbaines à condition qu'il n'existe pas d'explications rivales connues comme la présence de ressources naturelles non transportables, etc. Dans le cas de l'équation de la mesure des économies urbaines, il faut aussi se souvenir que cette mesure inclut l'effet d'échelle (discuté à la section 1 du présent chapitre) causé par le déplacement des fonctions de production des agents économiques en milieu urbain (Shefer, 1973, pp. 57-58).

4. Les économies urbaines d'agglomération dans la recherche industrielle gouvernementale et universitaire: une étude empirique du cas des États-Unis

Pour vérifier empiriquement l'hypothèse que les économies urbaines existent pour la R-D, qu'elles sont assez importantes pour déterminer la localisation de la R-D (du moins pour les agents qui recherchent l'efficacité) et enfin qu'elles augmentent avec la dimension des villes, nous allons nous servir principalement du cas américain car c'est le pays où le secteur privé fait proportionnellement plus de R-D qu'ailleurs. Or, soit à cause de la concurrence ou soit à cause de la recherche du profit, le secteur privé doit exploiter les possibilités d'abaisser les coûts de production ou d'augmenter l'output en termes de R-D. C'est, par conséquent, aux États-Unis que les explications rivales de la localisation de la R-D, comme l'intervention gouvernementale, auront le moins de pertinence.

4.1 Les économies urbaines d'agglomération aux États-Unis: une vue d'ensemble

La situation américaine (vers 1976) est décrite au tableau 6 tant pour l'ensemble de la R-D que pour des exécutants particuliers comme la R-D industrielle et la R-D universitaire. Le tableau donne des résultats pour le groupe des 177 métropoles urbaines (régions urbaines de plus de 200 000 habitants) et pour le groupe restreint à la vingtaine des plus importantes villes en ce qui a trait à la R-D[1].

Le tableau 6 montre que la R-D aux États-Unis est non seulement un phénomène urbain, mais un phénomène de grande urbanisation, c'est-à- dire que plus la ville est grande, plus elle entraîne des économies d'agglomération pour la R-D. Ce fait est plus évident pour les exécutants du secteur privé (la R-D industrielle)[2]. C'est dans ce cas, en effet, que la relation entre la R-D et le phénomène urbain est la plus forte (voir ligne no 2, colonnes 4 et 5). Le fait que la relation soit moins forte pour la R-D en général, pour la distribution des fonds de R-D gouvernementaux et pour la R–D universitaire, loin d'infirmer notre position, est tout à fait cohérente avec elle. En

1. Mais pas nécessairement les plus importantes en termes de population.
2. Ici, «R-D industrielle» se réfère au type d'exécutant de la R-D et non à la source de fonds de recherche.

Tableau 6: Intensité de l'exécution de la R-D dans les villes américaines

	Année	Part des 177 métropoles de 200 000 h. et +, en %	Part des 19-21 premières métropoles en %	R^2 (a)		Quotient de situation		Coefficient de localisation des premières métropoles	Importance relative dans l'exécution de l'ensemble de la R-D	Nombre de métropoles Groupe des premières métropoles
				pour 177 métropoles	pour les premières métropoles	pour 177 métropoles	pour les premières métropoles			
		•	••	•	••	••	••	••	•	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Toute R-D	1974	83	56,30	0,879	0,776	—	1,5063	0,20103	1,00	20
R-D industrielle (exécutant)	1975	88	64,67	0,963	0,9467	1,308	1,7078	0,27244	0,70	21
R-D gouvernementale (fonds fédéraux)	1977	—	85,90	0,135	0,36	—	2,9150	0,57942	[0,30	19
R-D universitaire (exécutant)	1976	—	52,20	0,068•••	0,60	—	1,5647	0,21383		20

• Source: Malecki (1980b).

•• Source: Calculs de l'auteur à partir des données de Malecki (1980b) et Malecki (1982).

••• Pour 70 métropoles seulement.

Quotient de situation = $(E_{ij}/\sum_j E_{ij}) \div (Pop_j/\sum_j Pop_j)$ dans chaque métropole j. Le coefficient de localisation s'obtient en faisant la somme des résultats positifs (ou négatifs) de $(E_{ij}/\sum_j E_{ij}) - (Pop_j/\sum_j Pop_j)$ pour toutes les régions j eu égard à une activité i. C'est un indice de dispersion autour d'une moyenne nationale.

(a) R^2: Coefficient de détermination résultant de l'estimation par moindre carré ordinaire de l'équation $A = a + bP_i + cP^2_i$. A représente une mesure de la R-D dans les villes i de population P_i.

effet, selon notre hypothèse, on s'attend à ce que les autres types d'exécutants, qui ne sont pas forcés d'être efficaces et qui subissent des contraintes autres qu'économiques, ne se localisent pas toujours selon la logique des économies urbaines[3]. Tout de même, la R-D exécutée par les universités et grâce à la distribution des fonds gouvernementaux n'élimine pas complètement la relation de la R-D en général (qui est la somme de tous les types d'exécutants) avec la population urbaine parce que, tout d'abord, la R-D industrielle compte pour 70 % du total de la R-D et, ensuite, les universités et laboratoires gouvernementaux sont eux-mêmes largement attirés par le phénomène de la grande urbanisation (voir ligne 4, colonnes 3 et 5, tableau 6). Les autres indices concernant la R-D industrielle confirment le rôle de la grande urbanisation dans la production d'économies pour ce genre de R-D. Non seulement 88 % de la R-D industrielle est faite dans des villes de 200 000 habitants et plus, mais la capacité d'exportation des services[4] de R-D industrielle au reste du pays (mesurée par le quotient de situation) augmente pour le groupe restreint des meilleures agglomérations urbaines (colonne 6 comparée à colonne 7, tableau 6). Finalement, comme le signe du coefficient c de l'équation de régression (les résultats sont donnés à l'Annexe 1) est positif, les économies urbaines d'agglomération, dans le cas des activités de R-D, ne plafonnent pas, tout au moins pour l'ensemble des villes américaines retenues. En fait, malgré la grande dimension des villes américaines retenues, les déséconomies urbaines ne sont pas apparues dans le cas de la R-D. Cependant, la relation entre la R-D industrielle et la population des premières métropoles n'est pas uniforme car l'indice de dispersion entre les villes est de 0,27, ce qui signifie qu'à l'intérieur de cette catégorie, les caractéristiques des villes comptent[5].

3. Il est notoire que la R-D gouvernementale est en partie distribuée (entre les régions et la capitale fédérale) selon des intérêts politiques et aussi pour des raisons de sécurité, de disponibilité locale de ressources non transportables, etc. Quant à la recherche universitaire, il faut comprendre qu'aux États-Unis il existe environ 500 universités qui font de la recherche, mais 25 d'entre elles monopolisent 45 % de la R-D universitaire. De plus, certaines d'entre elles ont été volontairement établies en milieu rural ou presque pour toutes sortes de raisons (il s'agit des «Land Grant Colleges»). Tout de même, les 25 universités, premières en R-D, sont localisées dans seulement deux régions: le Nord-Est et la Californie (Malecki, 1985, p. 124) et, même les quelques universités (parmi ces 25) qui ne sont pas dans une métropole, (Princeton, Cornell, etc.), sont à moins de 100 km d'une très grande ville.
4. Le terme «exportation» doit être entendu dans le sens proposé par le quotient de situation, c'est-à-dire que l'on ne veut pas dire que la R-D produite dans une métropole quelconque est nécessairement vendue à des entreprises localisées ailleurs aux États-Unis ou à l'extérieur du pays. Même si on rencontre parfois cette forme d'échange, la forme la plus fréquente «d'exportation» des services de R-D consiste en transactions intra-firme, de sorte que ce sont effectivement les produits finis de la firme en question qui sont exportés. Tout de même, comme ils incorporent les résultats de la R-D, on peut dire que ces derniers sont «indirectement exportés».
5. Ce point sera complété dans une autre section.

4.2 Les économies urbaines d'agglomération selon les exécutants des activités de R-D

Comme nous l'avons signalé à la section précédente, nous possédons des renseignements sur l'activité de R-D aux États-Unis pour deux types d'exécutants selon la métropole de localisation: les entreprises privées et les universités. Les données sur l'entreprise privée portent sur le nombre de laboratoires par métropole pour l'année 1975. Il aurait été préférable que nous ayons soit le nombre de chercheurs, soit les montants affectés à la R-D, mais ces données ne sont pas disponibles par ville. Par ailleurs, comme le montre le tableau 7 (p. 67), le nombre de laboratoires recensés est très grand, de sorte qu'il est probable que les disparités dans la dimension des laboratoires ne jouent pas un rôle déterminant dans l'ordre des métropoles en ce qui a trait à ce genre de R-D. Pour la R-D universitaire, les chiffres de l'année 1976 consistent en montants dépensés par les laboratoires universitaires soit à partir de fonds propres, soit à partir de fonds extérieurs comme ceux du gouvernement ou ceux de l'entreprise privée. Quant à la recherche exécutée par les employés du gouvernement, nous ne possédons pas d'indications directes sur le sujet. Nous présenterons, cependant, des données qui rendent compte du phénomène de façon indirecte puisqu'elles portent sur la distribution spatiale des employés fédéraux (scientifiques et ingénieurs) pour l'année 1974 et sur la distribution des fonds fédéraux de R-D selon leur lieu d'exécution pour l'année 1977. Il s'agit d'indicateurs imparfaits car les scientifiques et ingénieurs fédéraux ne sont pas tous affectés à la R-D, et les fonds impliqués indiquent seulement la source de financement, tandis que leur exécution est répartie entre chercheurs privés, universitaires et gouvernementaux. Finalement, la R-D des autres gouvernements n'est pas incluse. Mais, pour les États-Unis, ces lacunes sont considérées comme mineures.

Nous possédons finalement, pour 1974, par métropole, un très bon indicateur de l'ensemble de toute la R-D (toutes sortes d'exécutions incluant le gouvernement) en ce qui a trait au personnel de scientifiques et d'ingénieurs affectés à la recherche ou à l'administration de la R-D. Les chiffres ne couvrent cependant pas le personnel de soutien et les autres employés.

Il serait évidemment préférable d'avoir des données plus récentes. D'un autre côté, les différentes mesures étant concentrées sur une courte période (trois années), l'image agrégée est cohérente.

4.2.1 La R-D industrielle

Aux États-Unis, 70 % de l'exécution de toute la R-D est faite par l'entreprise privée (Malecki, 1980b, p. 5). En résumé, la distribution spatiale (voir tableau 6) de la R-D industrielle se présente comme suit:

> i) 88 % des laboratoires industriels se trouvent dans les métropoles (S.M.S.A.) de plus de 200 000 habitants. Comme ces métropoles ne représentent que 67,2 % de la population totale des États-Unis, le quotient de

situation de ces métropoles est de 1,308. Elles sont donc, dans l'ensemble, exportatrices de services de R-D industrielle. Par contre, à partir des mêmes données, on obtient un quotient de situation de 0,3689 pour l'ensemble des villes de moins de 200 000 habitants ainsi que pour les régions rurales. Ces lieux sont donc importateurs.

ii) Le coefficient de corrélation (r) entre la population de ces métropoles (de plus de 200 000 habitants) et les laboratoires qui s'y trouvent est de: $r = 0,97$. De même, on trouve un $R^2 = 0,963$ lorsque l'on utilise l'équation de Baumol décrite au chapitre précédent pour analyser la relation entre activité de R-D et population.

iii) Lorsque l'analyse de la relation entre la population urbaine et le nombre de laboratoires est restreinte aux 21 plus importantes métropoles telles qu'énumérées au tableau 7, les coefficents de l'équation sont les suivants:

$$R\text{-}D_i \text{ (industrielle)} = \underset{(1,038)}{28,36} + \underset{(2,556)}{0,02776P_i} + \underset{(2,534).}{0,0000016P^2}$$

et le $R^2 = 0,97$. (t entre parenthèses)

Le coefficient ç de l'équation étant positif et significatif, on peut en conclure que la dimension de la population de la ville augmente indéfiniment les économies d'agglomération qui affectent la R-D[6].

Comme groupe, ces 21 métropoles rassemblent 64,64 % des laboratoires et 37,85 % de la population. Ce qui donne un coefficient de situation de 1,708 (tableau 7), une position d'exportation encore plus forte que celle des 177 métropoles de plus de 200 000 habitants. Par conséquent, le reste de la population américaine (en dehors des 21 premières métropoles) a un coefficient de situation de 0,569 ce qui les rend importatrices nettes de services de R-D.

Les R^2 élevés de l'équation de Baumol obtenus tant au niveau des 177 métropoles que des 21 premières métropoles indiquent que les économies urbaines sont nécessaires à la R-D industrielle. Il ne faut toutefois pas oublier que deux autres facteurs peuvent simultanément influencer la localisation des activités de R-D

6. Ce qui est différent du cas des manufactures où Carlino (1982, p. 105) a trouvé que le coefficient c est négatif, de sorte que, pour les manufactures, il y aurait une dimension optimale urbaine d'environ 3 millions d'habitants (Ibid. p. 106).

industrielle, à savoir la politique des corporations de localiser leur laboratoire principal près du siège social[7], et les préférences des chercheurs quant à leur environnement de vie en dehors du travail[8].

C'est ainsi que les services aux entreprises et les services aux personnes (santé, éducation, récréation) disponibles dans les grands centres urbains ont une influence décisive, mais indirecte, sur la localisation de la R-D industrielle à travers les deux facteurs mentionnés, c'est-à-dire que, soit du côté des sièges sociaux des entreprises, soit du côté des chercheurs, il y a une propension à se localiser dans les très grandes villes; d'où l'effet conjugué d'entraînement de la R-D vers ces villes. En somme, les grandes entreprises localisent leurs sièges sociaux dans les grandes villes à cause de la disponibilité des services spéciaux essentiels à la production efficace des services d'un siège social. De même, la main-d'oeuvre de R-D a une forte préférence pour la grande urbanisation à cause des aménités[9].

Finalement, la notion d'économies urbaines reflète un ensemble assez disparate de caractéristiques qui peuvent varier d'une grande ville à une autre et ainsi modifier le pouvoir d'attraction des villes pour la R-D industrielle. Dans le cas de la R-D industrielle, cela se reflète dans l'inégalité de la capacité relative d'exporter à partir de chacune des villes ainsi qu'en témoigne la variabilité de leur quotient de situation (colonne Q.S, tableau 7)[10]. Ainsi, on note au tableau 7 que des villes comme Boston, Washington et surtout Hartford ont un quotient de situation supérieur à New York, Los Angeles, etc. qui sont de bien plus grandes villes, tandis que trois autres villes, Detroit, Dallas et Minneapolis, sont marginalement importatrices. Il s'agit bien entendu de cas spéciaux, autrement le coefficient R^2 de l'équation de Baumol mettant en relation la population urbaine et l'intensité de R-D n'aurait pas été si élevé. Or, ces cas spéciaux ont une explication particulière.

---

7. 88 % des entreprises d'un échantillon des 330 grandes entreprises américaines localisent leur laboratoire près du siège social (Malecki 1979, p. 313). Cette pratique subsiste surtout lorsque le cycle du produit est rapide de sorte que la survie de l'entreprise repose sur sa capacité d'innover. Les besoins de contrôle et de communication avec les cadres supérieurs empêchent alors la localisation du laboratoire d'être loin du siège social.
8. Cela ne veut pas dire que les chercheurs désirent se localiser au coeur des grandes métropoles. Ils préfèrent ordinairement la frange périphérique des métropoles.
9. On peut illustrer ces points en analysant la localisation de l'industrie pharmaceutique dans les environs de New York. L'examen des adresses des sièges sociaux et des laboratoires de cette industrie montre des petites villes comme Jersey City, New-Brunswick, Morris Plain N.J., Ralway N.J., Wayne N.J., Tuckahoe N.J., Wesbury N.Y. Or, ce sont toutes des villes situées dans un rayon de 60 km de Manhattan. L'attrait de New York est par conséquent indéniable. Ce genre de localisaiton est simplement une tentative tant pour l'entreprise que pour les cadres de profiter des différentes aménités de la très grande ville en minimisant les inconvénients. Notre argument serait cependant détruit si les petites villes mentionnées ci-haut se trouvaient au milieu du Dakota. L'industrie ci-haut se trouvaient au milieu du Dakota. L'industrie pharmaceutique a le même comportement à Toronto et à Londres (voir Howells, 1984, p. 20; Martin, 1985a). Quant à l'industrie électronique, elle est aussi située à la périphérie de Boston et de San Francisco (Route 128 et la Silicon Valley au sud de San Francisco).
10. Le même genre de variabilité dans la capacité d'exporter a aussi été constaté par Carlino (1979, p. 368), Labbé (1980, p. 408) et Shefer (1973, pp. 60-61) dans le cas des manufactures.

Tableau 7: Distribution de la R-D Industrielle, par métropole américaine, 1975

	Nombre de Laboratoires*	$Nbre\ Lab_i$		Pop_i	
		Nbre Labs N	Pop_i (000)	Pop N	Q.S.
New York	962	0,16060	16 577,5	0,07694	2,0873
Los Angeles	446	0,07446	10 738,5	0,04983	1,4943
Chicago	390	0,06511	7 797,0	0,03619	1,7991
Philadelphia	282	0,04708	5 588,5	0,02594	1,8150
Boston	264	0,04407	3 487,0	0,01618	2,7237
Washington	214	0,03573	2 985,0	0,01385	2,5798
San Francisco	187	0,03122	4 906,5	0,02277	1,3711
Cleveland	150	0,02504	2 917,0	0,01354	1,8493
Detroit	124	0,02070	4 643,5	0,02155	0,9606
Pittsburgh	105	0,01753	2 322,5	0,01083	1,6187
Houston	99	0,01653	2 635,0	0,01223	1,3516
Hartford	89	0,01486	723,5	0,00336	4,4226
Milwakee	88	0,01469	1 400,5	0,00650	2,2600
St. Louis	71	0,01185	2 383,0	0,01106	1,0714
Baltimore	64	0,01068	2 122,5	0,00985	1,0843
Buffalo	62	0,01035	1 296,0	0,00601	1,7221
Denver	59	0,00985	1 430,0	0,00664	1,4834
Dallas	56	0,00935	2 676,5	0,01242	0,7528
Cincinati	54	0,00902	1 636,5	0,00760	1,1868
Minneapolis	53	0,00885	2 039,5	0,00947	0,9345
San Diego	53	0,00885	1 610,0	0,00747	1,1847
Sous-total	**3 873**	**0,64641**	**81 556,0**	**0,37851**	**1,7078**
Autres	2 118	0,35359	133 909,0	0,621488	0,56894
GRAND TOTAL	**5 991**		**215 465,0**		

n = 21

N = nation; Pop_i = population de la métropole i.

Q.S. = quotient de situation.

*Source: Malecki, 1980b, page 6. Les autres colonnes, sauf celle de la population, proviennent des calculs de l'auteur.

Ainsi, Washington est une ville privilégiée (pour des raisons politiques) non seulement pour les laboratoires et les scientifiques gouvernementaux, mais aussi en ce qui a trait à la distribution de fonds publics destinés à la R-D. Il est par conséquent parfois avantageux pour l'entreprise privée, faisant de la R-D financée par le gouvernement ou de la R-D en collaboration avec des laboratoires gouvernementaux, de se localiser à Washington.

Boston présente un très fort quotient de situation parce qu'elle inclut la route 128 le long de laquelle les établissements de R-D se trouvent concentrés. Mais le cas de la route 128 étant exceptionnel (comme nous l'expliquerons au chapitre 7), il n'est pas surprenant que Boston soit aussi exceptionnelle sous ce rapport.

On se serait attendu à ce que la ville de San Francisco, à cause de la proximité de la Silicon Valley, ait un quotient de situation très élevé. Mais, contrairement à Boston (où la route 128 fait un arc autour de la ville), ce complexe de R-D, même s'il est originellement tributaire de San Francisco, se trouve techniquement en dehors des limites de cette métropole, s'étant développé vers le sud le long d'une route perpendiculaire à San Francisco.

Hartford montre le plus fort quotient de situation du tableau 7. Ce fort quotient n'est pas imputable au numérateur mais plutôt au dénominateur qui sous-estime un peu la population impliquée. En effet, Hartford n'est pas une petite ville isolée dans une plaine déserte, mais plutôt une ville assez grosse (700 000 habitants) desservant une population de 2,2 millions d'habitants dans un rayon de 140 km, et elle est située dans la mégalopole s'étendant de Boston à Washington. Hartford n'est pas, par conséquent, un fort argument en faveur des petites villes.

Chaque ville, selon ses caractéristiques propres et ses dotations en facteurs particuliers, sera davantage apte à attirer des types particuliers de R-D. C'est ce qu'illustre le tableau 8 en donnant le classement de grandes métropoles américaines pour les activités de R-D dans deux secteurs[11].

11. Le même phénomène a été remarqué par Carlino (1982) et Labbé (1980) qui ont observé que différentes villes ne produisent pas également des économies d'agglomération pour différentes industries, de sorte que, strictement parlant, les économies urbaines ne se mesurent pas en général mais en vue d'une activité parituclière ou pour une industrie particulière. Le moyen de pousser nos calculs jusqu'à des types (industries) particuliers de recherche consiste à dépasser l'équation de Baumol qui calcule la somme des économies d'agglomération de façon agrégée dans une ville quelconque. Il faut alors utiliser une fonction de production de la R-D. Cette fonction n'est cependant pas disponible pour notre étude.

Tableau 8: Rang des métropoles selon les secteurs de R-D aux États-Unis

Métropoles	Secteur pharmaceutique	Secteur des produits électriques et électroniques
New York	premier	deuxième
Los Angeles	cinquième	cinquième
Chicago	troisième	—
Philadelphie	deuxième	quatrième
San Francisco	quatrième	troisième
Boston	—	premier

Source: tiré de Malecki (1979, p. 317).

4.2.2 La R-D gouvernementale

Il est difficile de mesurer la distribution spatiale de la R-D gouvernementale aux États-Unis à partir des seules données que nous possédons, à savoir la distribution par métropole des employés fédéraux (scientifiques et ingénieurs) pour l'année 1974 et la distribution par métropole des fonds fédéraux de R-D pour tous les exécutants (intra-muros et les autres) pour l'année 1977. Le fait que nous n'ayons pas de données portant exclusivement sur la R-D gouvernementale intra-muros n'est pas très dommageable pour notre analyse car nous possédons une bonne mesure de la R-D totale qui incorpore la R-D gouvernementale (fédérale et autres gouvernements).

La distribution spatiale des employés fédéraux (scientifiques et ingénieurs) dans les 20 métropoles les mieux dotées

La distribution des scientifiques et des ingénieurs à l'emploi du gouvernement fédéral est donnée au tableau 9. On peut présumer qu'un certain nombre d'entre eux sont en R-D, de sorte que cette distribution est aussi en partie un indice de la distribution de la R-D intra-muros fédérale. De toute façon, par eux-mêmes, ces gens font partie des attributs d'une métropole quelconque, surtout en ce qui concerne les différents exécutants de R-D en général.

Contrairement à la R-D industrielle, ces employés fédéraux ne sont pas distribués en proportion croissante des populations des villes; c'est-à-dire que leur distribution spatiale ne semble pas fonction de l'existence d'économies urbaines. Par exemple, on ne retrouve ces employés que dans 131 des 177 métropoles retenues dans notre analyse. De plus, ces 131 métropoles ne comptent que 77,4 % de l'ensemble de ces employés (Malecki, 1980b, p. 9); 22,6 % se trouvent donc en milieu rural ou dans des petites villes de moins de 200 000 habitants.

Tableau 9: Distribution spatiale des employés fédéraux (scientifiques et ingénieurs) dans les 20 aires métropolitaines les mieux dotées, 1974

	Scientifiques et ingénieurs* fédéraux (S_i)	S_i/total	Population (000) P_i	$\frac{Pop_i}{Pop\ N}$	Q.S.
Washington	23 111	0,23229	2 985,0	0,01385	16,77
Huntsville	3 217	0,03233	295,5	0,00137	23,60
Los Angeles	3 142	0,03158	10 738,5	0,04983	0,63
Philadelphia	3 069	0,03085	5 588,5	0,02594	1,19
San Francisco	2 739	0,02753	4 906,5	0,02277	1,21
Dayton	2 639	0,02652	841,5	0,00391	6,78
Baltimore	2 543	0,02556	2 122,5	0,00985	2,59
New York	2 472	0,02485	16 577,5	0,07694	0,32
Denver	2 280	0,02292	1 430,0	0,00664	3,45
Boston	1 931	0,01941	3 487,0	0,01618	1,20
Newport News	1 532	0,01540	348,5	0,00162	9,51
San Diego	1 228	0,01244	1 610,0	0,00747	1,66
Chicago Gary	1 148	0,01154	7 797,0	0,03619	0,32
Houston-Galveston	1 147	0,01153	2 635	0,01223	0,94
Cleveland	1 066	0,01071	2 917	0,01354	0,79
Portland	1 032	0,01037	1 124,5	0,00522	1,99
Knoxville	986	0,00991	443,0	0,00206	4,81
Salt Lake City	919	0,00923	820,5	0,00381	2,42
Sacramento	839	0,00843	909,0	0,00422	2,00
Davenport-Rock	764	0,00768	336,8	0,00156	4,92
Sous-total	**57 804**	**0,581**	**67 913,8**	**31,52 %**	**1,8433**
Autres	41 687	0,419	147 551,2	68,48 %	0,612
TOTAL	**99 491**	**100**	**215 465**		

n = 20

S_i = nombre de scientifiques dans la ville i.

Pop_i = population de la ville i; Pop N = population des États-Unis.

Q.S. = quotient de situation.

*Source: Malecki, 1980b, tableau 3. Autres colonnes: calculs des auteurs.

La présence de ces employés en milieu rural et dans de petites villes s'explique par le fait que les activités gouvernementales portent parfois sur les ressources naturelles ou ont d'autres missions spéciales comme la protection civile et militaire. Il peut aussi y avoir une certaine décentralisation obéissant à des impératifs politiques.

En examinant le cas des 20 métropoles les mieux dotées en scientifiques et en ingénieurs fédéraux, on note qu'elles couvrent 58 % de l'ensemble de ces employés tout en ne représentant que 31,5 % de la population des États-Unis. Le quotient de situation du groupe de ces métropoles est par conséquent supérieur à l'unité, plus précisément 1,84, ce qui implique que, dans leur ensemble, ces villes exportent les services de cette activité au reste du pays. Cependant, toutes les métropoles ne possèdent pas cette qualité au même degré. Par exemple, New York, Los Angeles et Chicago, tout en ayant un grand nombre absolu de ces employés, ont des quotients de situation inférieurs à l'unité (voir tableau 9); ces agglomérations urbaines ne seraient donc pas autosuffisantes. D'un autre côté, certaines petites agglomérations comme Huntsville, Newport News, Davenport, Dayton et Knoxville ont un quotient de situation au-dessus de 4,0. Dans ces cas, il existe une explication particulière. Ainsi, Huntsville doit sa prédominance à la NASA et Washington domine même en nombre absolu, ce qui n'est pas inattendu étant donné que cette agglomération est le siège du gouvernement fédéral. Par conséquent, dans le cas des scientifiques et ingénieurs fédéraux, il n'y a pas de relation croissante entre la dimension (population) des 20 premières métropoles et le nombre de ces employés fédéraux[12].

La distribution spatiale des fonds fédéraux de R-D (tous les exécutants)

Lorsque l'on examine la distribution spatiale de l'exécution de la R-D financée par des fonds fédéraux (tous les exécutants), on note qu'elle est encore plus concentrée dans les 19 premières métropoles que pour tous les autres genres d'activité de R-D. En effet, ces 19 premières métropoles monopolisent 85,9 % des fonds fédéraux (voir tableau 6). Comme ces métropoles ne représentent que 29,5 % de la population des États-Unis, leur quotient de situation est de 2,9155 (voir tableau 10).

Une plus grande concentration des fonds fédéraux de R-D ne signifie pas qu'il y a une relation étroite entre la population des villes et les fonds qui y sont dépensés. En effet, la régression de Baumol, appliquée aux 19 métropoles n'a qu'un R^2 que de 0,36 (source: calculs des auteurs)[13]. D'ailleurs, ce coefficient de localisation du groupe de ces métropoles (un indice de dispersion) est très élevé: 0,57992. Il y a plusieurs raisons à la très grande concentration spatiale des fonds de R-D fédéraux dans les très grandes villes:

i) Le secteur privé exécute 62 % de cette recherche. Or, le secteur privé (nous l'avons vu antérieurement) a une prédilection pour les grandes métropoles. Dans la partie militaire de cette R-D (45,8 % de toute la R-D

12. D'ailleurs, Malecki (1980b, p. 13), en utilisant la régression de Baumol, n'avait obtenu, pour cette variable, qu'un R2 de 0,13 au niveau de l'ensemble des 177 métropoles de plus de 200 000 habitants.

13. R-D (fonds gouvernementaux) = $\underset{(-0,363)}{-79,1487} + \underset{(3,813)}{0,383817P_i} - \underset{(-2,861)}{0,000177188P_i^2}$.
Comme les coefficients de P_i et de P_i^2 sont significatifs, la relation entre les fonds de R-D gouvernementaux et la population existe, mais la faiblesse du R^2 indique que d'autres variables interviennent de façon encore plus importante.

Tableau 10: Distribution spatiale des fonds fédéraux de financement de la R-D dans les 19 aires métropolitaines les mieux dotées, 1977

Métropole	Fonds* (millions $) ($F_i$)	F_i	Population (000) P_i	Pop_i	Q.S.
		Total $		Pop N	
Los Angeles	3 239,9	0,19967	10 738,5	0,04983	4,0070
Washington	1 626,1	0,10022	2 985,0	0,01385	7,2361
San Francisco	1 430,2	0,08814	4 906,5	0,02277	3,8709
New York	1 005,7	0,06198	16 577,5	0,07694	0,8056
Boston	976,6	0,06019	3 487,0	0,01618	3,7200
Seattle	783,8	0,04831	1 964,5	0,00911	5,3030
Philadelphia	655,4	0,04039	5 588,5	0,02594	1,5571
San Diego	459,0	0,02829	1 610,0	0,00747	3,7871
Albuquerque	426,7	0,02630	393,5	0,00183	14,3716
Houston	393,0	0,02422	2 635,0	0,01223	1,9804
Dallas-Fort Worth	379,3	0,02338	2 676,5	0,01242	1,8824
Albany-Schenectady	375,8	0,02316	786,5	0,00365	6,3452
Baltimore	364,4	0,02246	2 122,5	0,00985	2,2802
Pittsburgh	347,1	0,02139	2 322,5	0,01083	2,2068
St.Louis	330,4	0,02036	2 383,0	0,01106	1,8409
Dayton	322,2	0,01986	841,5	0,00391	5,0793
Salt Lake City	300,8	0,01854	820,5	0,00380	4,8789
Newport-News, Hampton	264,4	0,01629	348,5	0,00162	10,5556
Hunstville	248,6	0,01532	295,5	0,00137	9,0146
Sous-total	**13 939,4**	**0,85900**	**63 483,0**	**0,29463**	**2,9155**
Autres	2 286,4	0,14100	151 982,0	0,70537	0,1999
TOTAL	**16 225,8**	**100**	**215 465,0**		

n = 19

F_i = fonds fédéraux dépensés pour la R-D dans la métropole i.

Pop_i = population de la ville i; Pop N = population des États-Unis.

Q.S. = quotient de situation.

*Source: Malecki, 1982, tableau 7, page 29. Autres colonnes, calculs de l'auteur.

fédérale (Malecki, 1982, p. 21)), le secteur privé est même un peu plus important, comptant pour 65 % de l'exécution de cette recherche. Bien plus, 50 % de cette R-D est confiée à seulement 10 grandes firmes (Ibid., p. 24). En somme, la concentration dans quelques grandes métropoles des fonds de R-D fédéraux vient de ce que la R-D est en très grande partie confiée aux grandes entreprises privées qui, elles-mêmes, préféreront les grandes métropoles[14].

ii) Les fonds fédéraux de R-D utilisés intra-muros ont une distribution concentrée pour des raisons stratégiques et poliques[15], non en rapport avec la population des métropoles. C'est ce qui nous vaut des centres comme Albuquerque, Albany, Hunstville et Newport-News qui ne figurent pas sur les autres tableaux. À cette liste, on doit toujours ajouter Washington.

iii) Il y a aussi une R-D faite avec des fonds fédéraux qui est exécutée par les universités. Or, comme on le verra à la section suivante, les universités ne sont pas, elles aussi, exactement localisées en fonction de la population aux États-Unis.

4.2.3 La R-D universitaire

La distribution spatiale de la R-D universitaire (exécution) aux États-Unis est bien moins concentrée que celle de R-D industrielle. Ainsi, les 20 métropoles les mieux dotées dans ce genre de recherche n'accaparent que 52,2 % de cette R-D (voir tableau 11). Cela est dû au fait que certaines grandes universités prestigieuses comme Princeton, Cornell, Texas A & M, et Pennsylvania State sont localisées dans des villes de moins de 100 000 habitants, de sorte que la R-D universitaire «shows little relation to urban size» (Malecki, 1980b, p. 11). En fait, la relation entre la R-D universitaire et la population urbaine (mesurée par l'équation de Baumol), dans un échantillon des 70 meilleures villes, n'est que $R^2 = 0{,}068$ (ibid, p. 13). Il faut cependant noter que, lorsque l'on restreint l'échantillon aux vingt villes les mieux dotées en R-D universitaire, la même relation atteint un $R^2 = 0{,}60$ (calculs des auteurs)[16], c'est-à-dire que, si on élimine les universités qui font peu de R-D, on valorise considérablement le phénomène métropolitain. Notons aussi que ce groupe est assez homogène puisque le coefficient de localisation n'est que de 0,21383, ce qui est inférieur à la R-D industrielle dont le coefficient est 0,27244 et celui des fonds

14. Par exemple, la compagnie Boeing explique facilement le rang élevé de Seattle dans le tableau 10. Or, cette métropole n'a pas le même rang dans les autres tableaux.
15. Il est notoire que la distribution des fonds fédéraux de R-D tient aussi du «pork barrel approach» (Malecki, 1982, p. 25).
16. L'équation est:

$$R.D._i \text{ (dépenses univ.)} = \underset{(3,127)}{+48{,}8022} + \underset{(2,160)}{0{,}014425\ P_i} - \underset{(-0,571)}{0{,}0000242213\ P_i^2}$$

Comme le coefficient de P_i (mais non celui de P_i^2) est significatif, il existe une relation entre les fonds dépensés localement par les universités et la population locale. Mais la faiblesse de R^2 montre que d'autres facteurs interviennent.

fédéraux, 0,57942 (voir tableau 6). Finalement, ce groupe restreint de métropoles est très exportateur de ce genre de services car leur quotient de situation est de 1,5647. L'homogénéité imparfaite des grandes métropoles se manifeste par le cas de métropoles comme New York, Los Angeles et Chicago dont le quotient de situation est inférieur à l'unité. Par contre, des petites villes ou des villes moyennes comme Madison, Champaign-Urbana, Princeton et Stanford sont des villes universitaires où on trouve des universités prestigieuses.

Tableau 11: Distribution spatiale de la recherche universitaire dans les 20 aires métropolitaines américaines les mieux dotées, 1976

Métropole	Dépenses* (millions $) ($D_i$)	D_i	Population (000) P_i	Pop_i	Q.S.
		Total $		Pop N	
New York	230,0	0,06405	16 577,5	0,07694	0,8325
Boston	197,6	0,05503	3 487,0	0,01618	3,4011
San Francisco	188,5	0,05249	4 906,5	0,02277	2,3052
Los Angeles	161,1	0,04449	10 738,5	0,04983	0,8928
Philadelphia	120,3	0,03350	5 588,5	0,02594	1,2914
Chicago	104,1	0,02899	7 797,0	0,03619	0,8011
Madison	98,1	0,02732	307,0	0,00142	19,2394
Detroit	89,6	0,02495	4 643,5	0,02155	1,1578
San Diego	86,0	0,02395	1 610,0	0,00747	3,2061
Minneapolis	75,1	0,02091	2 039,5	0,00947	2,2080
Seattle-Tacoma	68,3	0,01902	1 964,5	0,00911	2,0878
Baltimore	68,2	0,01899	2 122,5	0,00985	1,9279
Washington	58,9	0,01640	2 985,0	0,01385	1,1841
Champaign-Urbana	57,0	0,01587	163,0	0,00076	20,8816
Austin	46,9	0,01306	448,0	0,00208	6,2788
Rochester	46,6	0,01298	967,0	0,00449	2,8909
Sacramento	45,7	0,01273	909,0	0,00422	3,0166
Denver-Boulder	44,7	0,01245	1 430,0	0,00664	1,8750
St.Louis	44,2	0,01232	2 383,0	0,01106	1,1130
Bridgeport-New Haven	43,6	0,01214	813,0	0,00377	3,2202
Sous-total	**1 874,5**	**52,2 %**	**71 880,0**	**33,36**	**1,5647**
Autres	1 716,5	47,8 %	143 585,0	66,64	0,7173
TOTAL	**3 591,0**	**100,0 %**	**215 465,0**		

*Source: Malecki, 1980b, page 12.

Les explications de ce phénomène sont nombreuses et particulières au cas américain:

i) Pour des raisons historiques, certaines grandes universités furent fondées par des mécènes qui voulaient éviter aux étudiants les «distractions» de la ville.

ii) Plusieurs collèges d'agriculture (Land Grant Colleges) furent forcément établis en milieu rural. Certains d'entre eux sont devenus de grandes universités: University of Illinois, Pennsylvania State, Texas A & M. D'autres ont débuté comme des écoles de foresterie ou de médecine vétérinaire. Les «Land Grant Colleges» correspondent aussi au processus politique de distribuer géographiquement les largesses du gouvernement fédéral selon des critères politiques (Malecki, 1982, p. 25).

iii) Le développement de ces «collèges» en grandes universités a sûrement été rendu possible grâce à l'émergence ou à l'existence de grandes métropoles urbaines (1 million et plus) à proximité: Cornell est à 150 km de Rochester et à 200 km de Syracuse; Austin est à 150 km de San Antonio; University of Wisconsin est à 140 km de Milwaukee et à 200 km de Chicago.

iv) À condition que les universités soient situées dans une région fortement urbanisée et qu'elles aient atteint la masse critique, toutes les économies d'urbanisation ne leur sont pas essentielles; leurs économies internes compensent en partie pour la carence des économies urbaines. Remarquons qu'il y a des cas où d'excellentes universités doivent limiter l'étendue de leur couverture disciplinaire. Ainsi, l'Université de Princeton n'a pas de faculté de médecine parce que son contexte urbain ne permet pas le nombre et la diversité d'hôpitaux requis autant pour la formation de professionnels de la santé que pour la réalisation d'une recherche médicale de qualité acceptable pour une université de la renommée de Princeton. D'ailleurs, le genre prédominant de leur recherche (la recherche fondamentale) est moins exigeant en termes d'économies externes. Ceci n'est pas le cas pour l'aspect «développement» qui requiert plus de services aux entreprises comme le «marketing» qui est surtout le fait des entreprises privées.

Le cas américain démontre donc qu'une certaine décentralisation de la R-D universitaire est possible à condition que le tissu régional urbain soit dense et contienne au moins une ville d'un million d'habitants et plus dans un rayon de 200 km, ce qui n'est pas le cas des universités du Vermont et du Maine[17] ou encore, au Québec, de celles localisées à Chicoutimi, Rimouski ou Rouyn-Noranda.

17. C'est pour cela que les universités du Vermont et du Maine ne se qualifient pas parmi les 200 universités américaines qui font de la recherche significative.

Enfin, la situation actuelle de la R-D universitaire n'est peut-être pas optimale. On n'établit plus d'universités prestigieuses en milieu rural. En fait, aujourd'hui: «both industrial R-D laboratories and R-D by research universities take place at an increasing rate in larger metropolitan areas» (Malecki, 1980b, p. 14-15).

4.2.4 L'ensemble des activités de R-D

Aux États-Unis, l'activité de R-D en général, représentée par le nombre de scientifiques et d'ingénieurs employés en R-D et dans son administration, est concentrée dans les grandes métropoles. Ainsi, 83 % de tous ces employés (cela ne couvre pas cependant les emplois de soutien) se trouvent dans les 177 métropoles de 200 000 habitants et plus. De plus, malgré la présence de la R-D universitaire et gouvernementale dont les critères de localisation ne sont pas exclusivement les économies urbaines, la relation entre l'intensité de R-D en général et la population des 177 métropoles, mesurée par l'équation de Baumol, est très bonne puisque le R^2 de la régression est de 0,879 (Malecki, 1980b, p. 13) et que les coefficients sont significatifs. Lorsque l'échantillon des villes est réduit aux 20 premières métropoles (voir tableau 12), l'équation de régression devient:

$$\text{Emploi R-D}_i = \underset{(-14,9)}{-332,0} + \underset{(+4,523)}{3,92\ P_i} - \underset{(-2,597)}{0,000135\ P_i^2}$$

avec un R^2 de 0,776

Dans cet échantillon, il semble donc, étant donné le signe négatif du paramètre c, que l'augmentation de la population de la métropole amène de très légères déséconomies urbaines[18]. Au niveau de la régression concernant les premières métropoles, 22 % des variations demeurent inexpliquées, ce qui veut dire que d'autres facteurs (autres que les économies urbaines) expliquent partiellement ou totalement la localisation des exécutants de la R-D. Nous avons déjà vu que les économies urbaines jouaient un moins grand rôle dans la localisation des activités de R-D du gouvernement et des universités. D'ailleurs, sous ce rapport, toutes les villes ne sont pas identiques car le coefficient de localisation du groupe est de 0,20103. En d'autres termes, la R-D, en général, semble localisée moins efficacement que la R-D industrielle parce que 30 % de cette R-D échappe (universités et gouvernement) en partie à la discipline du marché.

Le manque de relations parfaites entre la R-D en général et la population des villes montre que certaines villes ont des caractéristiques défavorables à certains genres de R-D ou que les déséconomies urbaines existent pour ces genres de R-D[19]. Nous avons déjà traité des caractéristiques urbaines antérieurement (absence de

18. Selon les valeurs des paramètres, la dimension optimale de la ville serait de 14,5 millions d'habitants (calculs de l'auteur). Donc, c'est seulement dans le cas de New York qu'il y a dépassement de cette dimension.

19. Par exemple, l'ordre d'importance des métropoles du tableau 12 (ensemble de la R-D) est différent de celui du tableau 7 (R-D industrielle). De plus, certaines métropoles du tableau 7 ne se retrouvent pas au tableau 12.

ressources naturelles critiques, dangers pour la sécurité ou nécessité du secret, entre autres). Quant aux déséconomies urbaines, elles sont plausibles si on examine le paramètre c de l'équation de régression. Enfin, les quotients de situation peuvent être influencés par les décisions non optimales des universités et du gouvernement fédéral. La possibilité que ces trois forces se conjuguent est confirmée lorsque l'on examine le rang des métropoles en ce qui a trait à leur quotient de situation, c'est-à-dire, leur capacité d'exporter. Par exemple (voir tableau 12), même si par le nombre absolu de scientifiques et d'ingénieurs de R-D, des métropoles comme Los Angeles, New York, Washington, Philadelphie, etc. viennent en tête de liste, on ne décèle pas le même classement dans le quotient de situation où une ville comme New York passe du deuxième au 20ième rang, alors que Hartford passe du 16ième au premier rang. Comme on ne peut pas séparer les trois forces précitées, on ne peut pas dire que New York soit trop grosse pour la R-D en général car d'autres facteurs que les déséconomies urbaines peuvent jouer[20]. Toutefois, si on considère l'ensemble des 20 premières métropoles, le coefficient de situation est de 1,5063, ce qui les classe comme nettement exportatrices malgré le comportement particulier des activités de R-D gouvernementale et universitaire. Au contraire, le milieu rural et les autres villes sont, en général, importatrices puisque leur quotient de situation moyen est de 0,698.

20. On n'aurait pas pu tenir ce raisonnement dans le cas de la R-D industrielle car, comme on suppose dans ce cas un comportement optimal des agents, un paramètre c négatif entraîne inéluctablement une dimension optimale des métropoles pour la R-D, c'est-à-dire la production de déséconomies urbaines à partir d'un certain seuil de population.

Tableau 12: Distribution spatiale de la R-D dans les 20 aires métropolitaines américaines les mieux dotées, 1974

Métropole	Scientifiques* et ingénieurs (S_i)	S_i / Total $	Population (000) P_i	Pop_i / Pop N	Q.S.
Los Angeles	32 085	0,07918	10 738,5	0,04983	1,5890
New York	26 395	0,06514	16 577,5	0,07694	0,8466
Washington	20 244	0,04996	2 985,0	0,01385	3,6072
Philadelphia	19 701	0,04862	5 588,5	0,02594	1,8743
San Francisco	18 201	0,04491	4 906,5	0,02277	1,9723
Chicago	14 834	0,03661	7 797,0	0,03619	1,0116
Boston	14 653	0,03616	3 487,0	0,01618	2,2349
Detroit	11 659	0,02877	4 643,5	0,02155	1,3350
Seattle-Tacoma	7 683	0,01896	1 964,5	0,00911	2,0812
Cleveland	7 529	0,01858	2 917,0	0,01354	1,3722
Houston	7 006	0,01729	2 635,0	0,01223	1,4023
Pittsburgh	6 732	0,01661	2 322,5	0,01083	1,5337
Minneapolis	5 824	0,01437	2 039,5	0,00947	1,5174
Dallas Fort Worth	5 568	0,01374	2 676,5	0,01242	1,1063
Denver	5 476	0,01351	1 430,0	0,00664	2,0346
Hartford	5 400	0,01333	723,5	0,00336	3,9673
San Diego	4 939	0,01219	1 610,0	0,00747	1,6319
St.Louis	4 781	0,01180	2 383,0	0,01106	1,0669
Baltimore	4 726	0,01166	2 122,5	0,00985	1,1838
Rochester, N.Y.	4 721	0,01165	967,0	0,00449	2,5947
Sous-total	**228 157**	**0,56300**	**80 514,5**	**0,37368**	**1,50664**
Autres	177 095	0,43700	134 950,5	0,62632	0,69773
TOTAL	**405 252**	**1,00000**	**215 465,0**	**1,00000**	

*Source: Malecki, 1980b, page 9.

5. La distribution spatiale de l'activité de R-D en Grande-Bretagne, en France et au Canada

Même si nous avons choisi les États-Unis comme l'endroit idéal pour tester notre hypothèse quant à l'existence des économies urbaines d'agglomération pour la R-D, il est intéressant d'examiner le cas d'autres pays. Ceci pourrait nous forcer à justifier et à expliquer les différences entre le cas américain et celui des autres pays. Nous passerons donc rapidement en revue dans ce chapitre le cas de trois pays: la Grande-Bretagne, la France et le Canada. Nous réservons le chapitre suivant pour un examen plus détaillé de la situation du Québec.

5.1 La distribution spatiale de l'activité de R-D en Grande-Bretagne

En Grande-Bretagne, la localisation de l'activité de R-D dans son ensemble est très concentrée comme le montre le tableau 13. Cependant, cela ne veut pas dire qu'il s'agisse, comme aux États-Unis, d'un phénomène métropolitain si l'on s'en tient à la définition légale des limites de la métropole. Dans ce pays, en effet, ce sont les comtés les moins urbanisés qui dominent la distribution spatiale de la R-D, contrairement à ce que l'on trouve pour la distribution de l'emploi manufacturier (voir tableau 14).

Pour ce qui est de l'ensemble de l'activité de R-D, un exemple intéressant est le comté de Berkshire (population de 706 900 habitants) qui ne possède pas de grandes ou de moyennes villes mais qui, tout de même, compte 9 020 chercheurs comparativement à Londres (population de 6 754 509) habitants) qui en a seulement 12 881. De prime abord, cela semble être une preuve de la viabilité de la R-D ailleurs qu'en milieu de grande urbanisation. Mais ce n'est pas tout à fait cela puisque Berkshire est adjacent à Londres, de sorte que ce cas correspond plutôt à la Silicon Valley adjacente (au sud) à San Francisco. En fait, Berkshire se considère, du point de vue de la communauté scientifique, comme le prolongement de Londres. Tout comme aux États-Unis, la localisation de la R-D est donc, dans beaucoup de cas, un phénomène de localisation à la périphérie (ou juste en dehors des limites) des grandes métropoles.

Tableau 13: Distribution régionale de l'emploi[1] dans l'activité R-D en Grande-Bretagne, 1976 (en % du total)

Région	R-D	Population (en % du total)	Q.S.[2]
South East[3]	57,4	34	1,6882
South West	6,1	6	1,0167
East Anglia	4,4	3	1,4667
Région centrale	**67,9**	**43**	**1,5791**
Régions intermédiaires	21,3	36	0,5917
Régions périphériques	10,8	21	0,5143
Total	**100,0**	**100**	**1,0000**

Sources: calculs faits à partir de Howells (1984) et de Brown (1972).

1. Pour des raisons de manque de disponibilité des données, le tableau ne couvre pas la R-D universitaire.
2. Q.S. = quotient de situation.
3. La région South East inclut Londres. Elle consiste dans un espace couvrant plus ou moins un cercle de 120 km de rayon à partir de Londres. Cela inclut des villes universitaires comme Cambridge et Oxford.

Tableau 14: Distribution de l'emploi R-D et manufacturier en Grande-Bretagne selon le type de comté, 1976

Type de comté	Emploi R-D en général	Emploi manufacturier	Emploi R-D (industrie pharmaceutique)
Conurbation	17,6	44,5	35,9
Très urbanisé	19,4	23,1	16,7
Moins urbanisé	54,0	22,9	46,2
Rural	8,9	9,5	1,3
Grande-Bretagne	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Sources: Adapté de Howells (1984), pages 17 et 20.

Les raisons de cette localisation périphérique de la R-D en Grande-Bretagne sont multiples. Il y a d'abord le coût élevé des terrains à Londres tant pour les laboratoires que pour les résidences des chercheurs. Ensuite, la présence d'universités prestigieuses en périphérie de Londres[1] n'est pas étrangère à ce phénomène. Enfin, dans le comté de Berkshire, on retrouve principalement des laboratoires gouvernementaux et des établissements à but non lucratif. Or, tous ces laboratoires n'ont pas à souscrire à une rentabilité stricte pour exister. Ils peuvent davantage tenir compte des préférences des chercheurs qui veulent profiter des avantages de la grande urbanisation sans en subir tous les inconvénients.

La distribution spatiale de la R-D pharmaceutique industrielle en Grande-Bretagne (voir tableau 14) montre aussi une certaine orientation vers les comtés moins urbanisés. Ceci dit, il faut quand même souligner que 78,8 % des entreprises pharmaceutiques se trouvent dans quatre comtés représentant 56 % de la population de la Grande-Bretagne (Howells, 1984, p. 18). Par ailleurs, dans ce pays, les grandes entreprises, qui ont plusieurs laboratoires de recherche, ont une tendance plus forte que les entreprises à un seul établissement à localiser certains de leurs laboratoires dans des petites villes. Mais encore ici, l'influence de Londres est dominante puisque les laboratoires pharmaceutiques sont localisés en grande majorité dans la région South East. Cette localisation de l'industrie pharmaceutique dans des petites villes à proximité de Londres rappelle donc le modèle américain de localisation de l'industrie pharmaceutique dans des petites villes autour de New-York. En Grande-Bretagne comme aux États-Unis, les critères de localisation de la R-D de l'industrie pharmaceutique sont[2]: la localisation du siège social, le nombre d'établissements de l'entreprise, un environnement physique et culturel intéressant pour les chercheurs et l'entreprise, l'offre locale de travailleurs spécialisés, la proximité d'autres centres de recherche et d'hôpitaux universitaires et, enfin, la proximité d'un aéroport international. Cet ensemble de critères favorise incontestablement les grandes métropoles ou leur périphérie.

5.2 La distribution spatiale de l'activité de R-D en France

Pour expliquer la localisation de la R-D en France, il faut prendre en considération le rôle prépondérant de l'État dans ce domaine d'activités. En effet, au moins 79 % de toute la R-D en France est faite dans les laboratoires non privés, c'est-à-dire des laboratoires gouvernementaux, des universités d'État, des établissements à but non lucratif et des entreprises nationalisées (voir tableau 15), tandis qu'aux États-Unis, les proportions sont presque l'inverse, puisque 70 % de l'exécution de toute la R-D est confiée à l'entreprise privée (Malecki, 1980a, p. 129).

1. Ces universités prestigieuses ont éventuellement donné naissance à des villes: par exemple, Cambridge est une ville de 98 500 habitants au milieu d'un comté presque complètement urbanisé de 601 400 habitants. De même, la ville de Oxford compte 108 800 habitants dans un comté de 550 300 habitants.
2. Selon Howells, 1984, p. 24.

Tableau 15: Distribution des effectifs français de la R-D entre différents types d'exécutants, 1982

	Chercheurs et ingénieurs	Autres personnels	TOTAL
Administration et organismes publics	27 900	57 000	84 900
Universités	25 100	14 400	39 500
Institutions sans but lucratif	1 400	3 200	4 600
Entreprises d'État et privées	38 300	93 900	132 200
TOTAL	**92 700**	**168 500**	**261 200**

Source: *Projet de Loi de Finances*, 1986, p. 19.
De plus, les entreprises privées comptent au total (chercheurs, ingénieurs et autres personnels) 21 % de l'ensemble (Ibid., p. 54). D'autres sources établissent la proportion du secteur non privé à 84,4 %.

Au tableau 16, la distribution régionale pour l'ensemble de la R-D montre que trois régions monopolisent les deux tiers de la R-D, tandis que Paris compte pour près de la moitié[3].

Il existe d'autres mesures plus désagrégées qui montrent la prédominance permanente de la région de l'Ile-de-France. Par exemple, l'Ile-de-France a le plus haut indice de concentration des chercheurs des institutions publiques. Il est deux fois plus élevé que la moyenne nationale. Il en est de même pour les chercheurs des entreprises, là où l'indice est deux fois et demie plus grand que les régions rivales, Rhône et Provence (Savy, 1986 p. 46 et 47). Quant aux «six secteurs industriels de pointe, l'Ile-de-France a un poids plus grand que celui du P.I.B. global (44,5 % du total de la France contre 27 % du P.I.B. de la France)» (Piatier, 1986, p. 77). Le décalage est encore plus grand entre l'Ile-de-France et le reste de la France en ce qui concerne les investissements dans les industries de pointe (Ibid., p. 77).

Il est peut-être surprenant de constater que, malgré l'intervention gouvernementale vigoureuse, la R-D soit encore concentrée à Paris, d'autant plus qu'elle est

3. On obtient des résultats un peu plus faibles (35,9 % pour l'Île-de-France) en examinant la répartition régionale des dossiers d'aide et de primes à l'innovation (voir tableau 6A de *Atlas français de l'innovation*, 1982, op. cit.). Mais ces résultats ne sont pas très significatifs car ces aides et primes viennent d'un organisme de diffusion de la technologie chez les P.M.E. et P.M.I. qui oeuvrent en grande partie dans les régions périphériques. D'un autre côté, dans la distribution régionale des budgets civils de recherche (pour 1984), l'Île-de-France compte pour 57,8 % des fonds de toute la France (source: *Projet de Loi de Finance*, p. 69).

Tableau 16: Distribution régionale de la R-D en France (tous genres de R-D), 1982

Région	Nombre de chercheurs[1]	%	Surface[2] occupée %	Population[3] (000)	%	Q.S.[4]
Île-de-France	42 159	46,90	2,21	10 100	18,6	2,52
Provence–Alpes–Côte d'Azur	6 833	7,60	6,75	3 972	7,3	1,04
Rhone–Alpes	8 593	9,56	8,03	5 039	9,2	1,04
Reste de la France	32 298	35,94	83,01	35 369	64,9	0,55
TOTAL	**89 883**	**100,00**	**100,00**	**54 480**	**100,00**	**1,00**

1. Source: Agence nationale de valorisation de la recherche, *Atlas français de l'innovation*, 1982, tableau 2A. Il s'agit de chercheurs sans personnel de soutien. Ce nombre de chercheurs est légèrement différent des données du *Projet de Loi des Finances pour 1986*, qui utilise (p. 19) le chiffre de 92 700 chercheurs et ingénieurs, ainsi que de *France Information*, 1983, no 119, qui parle de 105 000 chercheurs et ingénieurs (p. 15).
2. Source: *Encyclopedia Britannica*, Book of the year, 1986.
3. Source: *Les collections INSEE*, 1982, no 106, «La situation démographique», 1982, tableau 34, pp. 148-149.
4. Le quotient de situation est calculé à partir de la population générale. La concentration géographique aurait été encore plus frappante si on avait utilisé comme dénominateur l'importance relative du territoire occupé par les régions. Bien entendu, en relativisant une concentration par une autre concentration avec laquelle elle est un peu corrélée, on fait disparaître la concentration. C'est à peu près ce qui arrive lorsque l'on utilise l'indice du «nombre de chercheurs par emploi» (comme le fait le tableau 2A de *l'Atlas français de l'innovation*, cité plus haut). En fait, avec l'utilisation de l'indice en question, on finit par démontrer que la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est mieux dotée que Paris.

surtout du domaine public[4]. La raison est qu'en France le système économique a toujours été centralisateur, de sorte que les mouvements actuels de population sont considérés par certains économistes[5] comme un progrès sur le passé.

Cette «certaine» décentralisation a lieu pour plusieurs raisons. D'abord, les régions financent une partie de la R-D à même leurs propres budgets (*Projet de Finance*, 1986, op. cit., p. 46). Ensuite, le gouvernement tente d'exploiter les potentiels locaux en rejoignant les P.M.E. et P.M.I. dans les régions périphériques avec le concours de l'ANVAR et du CRITT. De plus, pour des raisons techniques et de sécurité, certaines recherches ne peuvent se faire complètement à Paris (forêt, mer, énergie, atome, équipement militaire, agro-alimentaire, etc.). Enfin, comme les contraintes financières des entreprises nationalisées et des administrations publiques ne sont pas aussi fortes que ce que l'on trouve dans le secteur privé, les chercheurs ont pu introduire leurs préférences pour la mer ou la montagne dans la localisation de la R-D, ce qui a pu avoir un effet d'entraînement sur le secteur privé (Grenoble[6] et Nice).

Le cas français est souvent présenté comme un cas de décentralisation et de dépolarisation qui impliquerait l'inutilité des économies de la grande urbanisation, le tout menant à la liberté complète de localisation de la R-D. Les chiffres ci-dessus[7] montrent que ce n'est pas exactement le cas si on regarde la situation présente et que Paris est encore le lieu où se concentre la R-D. De toute façon, le cas français ne pourra jamais être très probant à cause du petit rôle joué par la R-D privée. De plus, la France est le seul pays qui ne se conforme pas au schéma général des migrations internes dans les pays de l'Ouest, notamment au schéma récent des États-Unis où «growth in the nonmetropolitan population since 1980 has been slower than in the metropolitan population, reversing the situation of the 1970s» (Vining et Cochrane, 1985, p. 2). Ainsi, «only France continues to have increasingly divergent rates of

4. Le gouvernement français encourage la décentralisation à grands frais sous diverses formes: (i) le C.N.R.S. compte pour 27 % de toute la recherche française et (ii) il existe de nombreuses missions régionales comme celle de l'ANVAR et des centres régionaux de diffusion de la technologie (CRITT). Il est vrai «qu'il n'y a pas de schéma directeur national» (Savy, 1986, p. 51), mais cela n'est pas essentiel car le 9ième Plan a proposé la décentralisation; il en est de même du Rapport consacré aux problèmes territoriaux qui invitait «les grandes entreprises (et en particulier les entreprises nationalisées)... à ne pas négliger leurs responsabilités dans le développement des zones où elles sont représentées» (Ibid., p. 55). Il existe quelque chose de semblable aux États-Unis, tout en étant moins officiel: le processus politique interrégional («vote trading»), ainsi que le rôle des sénateurs qui protègent les intérêts locaux dans l'allocation des budgets de la défense et de la NASA.
5. Voir Planque (1985a). La décentralisation concerne tant les emplois non qualifiés (en raison du cycle du produit) que les cadres et la R-D.
6. «Depuis 25 ans, les centres de recherche des entreprises privées se sont installés dans des zones bien particulières, notamment le sud-ouest de la région parisienne, Grenoble, Nice (Le Plateau de Valbonne et la Gaude où se trouve I.B.M.), Montpellier» (Sallez, 1983, p. 75), là où «le critère principal de localisation de la recherche et développement semble être celui de la qualité de la vie pour ingénieurs et chercheurs» (Ibid., p. 75), i.e., soit «la Côte d'Azur soit les banlieues aisées des grandes villes» (Ibid., p. 76).
7. La limitation des données nous empêche de porter un jugement définitif car les chiffres utilisés ne sont pas au niveau urbain (excepté pour l'Île-de-France qui pourrait peut être être assimilée à Paris si on inclut la région parisienne), mais au niveau des régions.

migration» (Ibid., p. 13). La nouvelle orthodoxie théorique consiste donc à dire que «outmigration to peripheral regions at the expense of the core regions seems only to be, however, a temporary phenomenon that occurs while an economy adjusts to the new spatial location requirements of postindustrial economic activity» (Ibid., p. 21). Peut-être est-ce prématuré, mais la plupart des théoriciens américains sont d'avis que les espoirs de développement spontané et décentralisé, préconisés par les économistes français (ex. Planque, 1983), basés sur les migrations animées par des facteurs culturels et écologiques (qualité de vie, etc., voir Aydalot, 1984) par opposition aux réalités économiques comme les économies des grandes agglomérations urbaines, ne seront pas réalisés, sauf dans la mesure où il y aura intervention gouvernementale ou bien que certains changements fondamentaux de l'économie se produiront à cause d'une révolution technologique importante comme ce fut le cas dans le passé. Par exemple, l'invention du gratte-ciel a produit New York et celle de la climatisation des demeures a produit Houston.

5.3 La distribution spatiale de l'activité de R-D au Canada

Le tableau 17 présente la distribution par exécutant et par région de l'activité de R-D au Canada. On y voit la distribution suivante de l'ensemble des activités de R-D au Canada: Provinces atlantiques, 5,3 %; Québec, 19,52 %; Ontario, 53,38 %; Provinces de l'Ouest, 21,8 %. De plus, on trouve que, dans ce pays, 50 % de la R-D est exécutée par le secteur privé.

Tableau 17: La R-D canadienne par exécutant et par région, 1983 (en pourcentage)

Région / Exécutant	Atlantique	Québec	Ontario	Ouest	Canada
Gouvernement fédéral	62	13	23	27	24
Gouvernement provincial	3	3	2	7	3
Entreprises privées	9	59	59	37	52
Autres (universités et fondations)	26	25	16	29	21
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Sources: Calculs des auteurs à partir de Statistique Canada, no 88001, vol. 9, juin 1985, p. 5.

Au niveau de l'ensemble de la R-D, il n'existe pas de données sur la répartition au niveau des villes, mais ce n'est pas très important puisque nous avons établi antérieurement que c'est la R-D industrielle qui peut le mieux témoigner des économies urbaines. Or, nous possédons cette répartition entre les trois grandes villes du Canada (Montréal, Toronto et Ottawa) et le reste du pays.

La répartition spatiale de l'emploi de R-D privée au Canada montre, elle aussi, qu'il s'agit d'un phénomène de grande urbanisation, c'est-à-dire qu'elle est fonction des économies d'agglomération urbaines. En 1983, il y avait 35 400 emplois canadiens de R-D dans les entreprises dont 21 745 à Toronto, Montréal, Ottawa-Hull (source, Statistique Canada, catalogue 88202, p. 63); 61,5 % de toute la R-D industrielle se trouve donc concentrée dans deux très grandes villes et dans la capitale fédérale. Ces trois villes sont exportatrices car leur quotient de situation est respectivement de 1,62 pour Montréal, de 1,83 pour Toronto, de 5,25 pour l'agglomération Ottawa-Hull et de 2,123 pour l'ensemble de ces trois villes. Le cas canadien s'accorde sur ce point avec le cas américain, d'autant plus qu'Ottawa joue le même rôle que Washington dans la R-D industrielle. Le fait que le cas canadien corresponde au cas américain dans la R-D industrielle ne devrait pas surprendre puisque le Canada est l'hôte d'un grand nombre de multinationales dont les schémas de localisation nationaux sont ordinairement utilisés au Canada.

Un exemple de ce schéma de localisation se trouve dans la R-D pharmaceutique. Tout d'abord, la distribution internationale de R-D américaine va de pair avec la distribution internationale des investissements pharmaceutiques (Pazderka, 1985, p. 7)[8]. Par conséquent, l'étude de l'emplacement de la fabrication des produits pharmaceutiques est aussi une bonne indication de la localisation de la R-D pharmaceutique. Le problème au Canada est que plusieurs multinationales qui exploitent le marché canadien ne fabriquent pas les produits au Canada ou bien se contentent de les réempaqueter. De plus, comme les multinationales américaines appliquent au Canada leurs propres méthodes de localisation et que les autres multinationales acceptent le leadership américain en cette matière, il faut connaître le schéma américain de localisation de l'industrie pharmaceutique pour comprendre le schéma canadien. Le schéma américain se résume comme suit[9]:

i) l'industrie pharmaceutique américaine est très concentrée: le coefficient de localisation est de 0,41 et 3 États américains accaparent 42 % de l'emploi américain;

ii) 30 % de l'industrie pharmaceutique se trouve dans un rayon de 60 km de New-York; 40 % de l'industrie se trouve dans la région de New-York – Philadelphie. L'attrait de New-York est indéniable;

8. Comme la part canadienne de ces invstissements diminue graduellement depuis un bon nombre d'années, les possibilités d'attirer cette R-D au Canada diminuent d'autant (Voir Pazderka, 1985, pp. 8-11).
9. Pour le détail des calculs, sources, etc. voir Martin (1985a).

iii) les localisations sont dans les franges périphériques de ces métropoles;

iv) l'attrait de New York réside dans ses services financiers et de publicité-marketing. Ceci se comprend car la phase «développement» en pharmacie est bien plus onéreuse que la phase «recherche de base», de sorte que c'est la finance et les services de marketing qui sont le principal critère de localisation[10], d'autant plus que les «spécialités grand public» dominent le chiffre d'affaires des grandes entreprises;

v) l'agglomération des diverses entreprises est désirable pour obtenir de l'information («grapevine effect») et pour recruter du personnel chez les concurrents.

En examinant ce schéma, on réalise qu'au Canada la localisation de l'industrie pharmaceutique est semblable à celle des États-Unis en ce sens qu'ici aussi l'industrie est concentrée spatialement. Le Québec et l'Ontario monopolisent 97 % de l'industrie pharmaceutique, de sorte que le coefficient de localisation est très élevé (voir Martin (1985a), pp. 20-22). Les grandes entreprises sont presque toutes (excepté dans le domaine vétérinaire) localisées dans l'espace métropolitain (surtout à la périphérie) de Montréal ou de Toronto[11].

De plus, la localisation des multinationales n'est pas stable; au Canada, elle semble évoluer avec le changement de statut des métropoles et des préférences des cadres supérieurs en matière de fiscalité et de langue de travail, de sorte qu'il y a eu migration de l'emploi pharmaceutique vers l'Ontario. Le ratio Québec/Ontario est passé de 1,520 en 1951 à 0,857 en 1982 pour les emplois de cadres administratifs, de vente et de R-D. Ceci est dû à la migration des sièges sociaux et comme la R-D est associée spatialement au siège social, elle a suivi ces derniers[12]. Tout de même cette instabilité ne s'est pas traduite par des mouvements hors des deux métropoles.

La distribution spatiale de la R-D canadienne du secteur forestier est un exemple d'autant plus intéressant qu'il permet de vérifier si la localisation de l'activité

10. Il semble paradoxal que finance et marketing soient des critères de localisation décisifs pour une activité scientifique. Il ne faudrait pas en conclure que l'environnement scientifique et d'hôpitaux universitaires ne compte pas. Toutefois, on retrouve ces derniers facteurs dans toutes les grandes métropoles comme Boston et San Francisco, etc. Ce qui distingue New York dans cette industrie, c'est que non seulement un plus grand nombre de laboratoires de toutes sortes s'y localisent, mais que cette ville exerce en plus un leadership en finance et en publicité qui sont le nerf de la guerre dans cette industrie.
11. Exemples: Pointe-Claire pour Montréal et Mississauga, Scarborough et Don Mills pour Toronto.
12. Il ne s'agit pas de R-D de base, car les entreprises qui ont déménagé leur siège social en Ontario ne faisaient pas de recherches de base. Il y a tout de même eu la fermeture du laboratoire Ayerst qui faisait de la R-D de base, mais la cause fut un transfert aux États-Unis.

de R-D est différente lorsque l'objet de la recherche est une ressource naturelle. Au Canada, la R-D du secteur forestier est privée, gouvernementale (fédérale et provinciale) et universitaire[13].

Tableau 18: Distribution spatiale au Canada de la R-D du secteur forestier, industriel (1985) et du gouvernement fédéral (1983-1984)

Dimension de la ville	R-D industrielle		R-D du gouvern. fédéral	
	personnel	%	personnel	%
1 000 000 et plus	747	71	néant	0
500 000 – 1 000 000	100	10	280	28
100 000 – 500 000	32	3	250	25
moins que 100 000	166	16	461	47
	1 045	**100**	**991**	**100**

Source: Calcul des auteurs à partir de Statistique Canada, no 88 205 et 88 206.

Comme nous le montre le tableau 18, la R-D industrielle du secteur forestier est non seulement un phénomène urbain, mais un phénomène de grande urbanisation puisqu'elle est fortement concentrée à Montréal (un autre pôle se développe également à Vancouver). Les raisons d'une aussi forte concentration géographique sont les suivantes:

– pour pouvoir profiter au maximum des rendements à l'échelle dans cette activité de R-D, les entreprises membres de l'Association des producteurs de pâtes et papiers ont dû accepter de s'en remettre en grande partie à un laboratoire central;

– ce laboratoire central se devait en plus d'être localisé dans une très grande ville en raison du caractère multidisciplinaire de la recherche en cause. On a déjà mentionné que des disciplines connexes, comme la chimie, le génie chimique, la biotechnologie, la microbiologie, le génie civil, la mécanique appliquée, la métallurgie, l'électronique, etc., sont complémentaires à

13. Nous n'avons pas de données spatiales complètes concernant les universités et les gouvernements provinciaux. Cette lacune n'est pas très dommageable car cette recherche est bien moins importante quantitativement que celle du gouvernement fédéral. Par exemple, le gouvernement du Québec a seulement 81 chercheurs, l'Université McGill, 25. Il existe aussi une faculté de foresterie et de géodésie à l'Université Laval et un petit centre de recherche à l'Université du Québec à Trois-Rivières.

l'activité de recherche du secteur forestier. Dans ce cas, soit que le laboratoire central se dote de chercheurs vedettes dans toutes les disciplines, ce qui est prohibitif en termes de coûts et même d'intérêt de la part de ces chercheurs, soit qu'il se localise dans une grande ville et travaille en collaboration avec les universités locales de grand calibre ainsi qu'avec les chercheurs clefs du secteur privé. C'est cette dernière solution qui a été retenue au Canada;

– l'activité de R-D a constamment besoin de sang nouveau pour raviver ses perspectives. L'intégration d'étudiants aux études supérieures à une équipe de recherche constitue un excellent moyen de renouveau. C'est pourquoi, le PAPRICAN incorpore et supervise la recherche d'étudiants diplômés en provenance des universités affiliées;

– la localisation de la R-D dans une grande ville facilite la communication avec les chercheurs étrangers, permettant ainsi l'organisation de colloques scientifiques internationaux et de stages de chercheurs vedettes étrangers. Les mêmes moyens de communication facilitent aussi la diffusion des connaissances vers les usines situées en région périphérique.

La R-D gouvernementale est aussi un phénomène urbain mais de moins grande importance en raison, d'abord, de l'attraction d'Ottawa qui est une ville de moins d'un million d'habitants, de la décentralisation pour des motifs politiques (Fredericton, Québec) et, enfin, en raison d'une concentration des recherches gouvernementales sur l'amélioration de la gestion de la forêt (à l'exclusion des moyens de transformation de la matière première), d'où la nécessité de recherches sur le terrain[14] et le recours à des fermes expérimentales. Ce genre de recherche requiert une main-d'oeuvre moins spécialisée.

14. Dans le cas d'une ressource naturelle, il y a toujours complémentarité entre la recherche sur le terrain et la recherche en laboratoire. Pour illustrer la pensée des auteurs, voici, dans le domaine des pêcheries, l'anecdote suivante: on observait depuis quelque temps une déperdition des troupeaux de bélugas du Golfe Saint-Laurent. La cause de cette déperdition a été finalement établie par des chercheurs du laboratoire du ministère fédéral des Pêches et Océans à Longueuil (Montréal) qui ont scientifiquement établi un lien entre cette déperdition et les polluants chimiques déversés dans la Rivière Niagara. Outre ces chercheurs, le personnel du laboratoire du Ministère fédéral, celui de l'I.N.R.S.–Océanographie à Rimouski, ainsi qu'un professeur de l'École de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal à Saint-Hyacinthe étaient impliqués dans cette recherche (source: La Presse, novembre 1986, p. B6). Cette anecdote montre qu'une division du travail bien conçue entre différents types de laboratoires peut voir ses résultats décupler par le recours à un centre d'exellence.

5.4 Conclusion

Le but de ce chapitre était de vérifier si le phénomène de concentration des activités de R-D que nous avions trouvé aux États-Unis se reproduisait dans d'autres pays industrialisés tels que la Grande-Bretagne, la France et le Canada. Si les économies urbaines jouent un rôle dans la localisation de telles activités, on devrait s'attendre à voir leur influence dans tous les pays. Évidemment, dépendant du poids relatif de l'activité de R-D privée dans le total de la R-D et de l'importance des politiques gouvernementales visant à décentraliser régionalement la R-D, on pourra plus ou moins bien discerner l'effet des économies urbaines sur la localisation régionale de la R-D. Même si la France, la Grande-Bretagne et le Canada présentent des situations fort différentes, nous avons retrouvé dans ces trois pays, à des degrés divers il est vrai, un effet évident des économies urbaines sur la localisation des activités de R-D.

L'ensemble de ces études de cas permet de conclure que non seulement les économies urbaines existent dans le cas de l'activité de R-D, mais sont suffisamment importantes pour contrebalancer certains impératifs et certaines politiques gouvernementales tendant à décentraliser l'activité de R-D.

6. La distribution spatiale de l'activité de R-D au Québec

Le présent chapitre est consacré à l'étude de la distribution spatiale de l'activité de R-D au Québec. Entre autres, est-ce que le phénomène de concentration trouvé dans plusieurs pays industrialisés ayant une intense activité de R-D se retrouve au Québec?

Une première section sera donc consacrée à l'examen de la distribution spatiale de l'activité de R-D industrielle au Québec. Nous y verrons à quel point ce type de R-D est, au Québec encore plus qu'ailleurs, un phénomène de grande urbanisation.

Dans une deuxième section, nous étudierons la distribution spatiale de l'activité de recherche universitaire au Québec. Comme cette activité de recherche peut être un instrument privilégié d'une politique scientifique québécoise, notre étude sera davantage détaillée que pour les autres pays. Nous avons souligné dans les chapitres antérieurs que les activités de R-D publique, incluant les universités, étaient moins concentrées dans les grandes régions urbaines. Les forces du marché ont, dans ce cas, moins d'incidence sur les choix de localisation. Nous avons aussi fait ressortir que les liens entre universités et industries en matière de R-D se nouaient généralement entre les meilleurs chercheurs ou équipes de recherche d'universités réputées et les entreprises innovatrices. La raison de ce champ restreint des collaborations industries-universités dans la création de nouveautés scientifiques et techniques est fort simple. Les grandes entreprises qui font de la R-D ont déjà dans leur laboratoire un nombre considérable de chercheurs d'élite et l'état de leurs connaissances et de leurs travaux est souvent beaucoup plus avancé dans leur domaine d'intérêt que ce que l'on peut trouver dans la plupart des universités moyennes. Nous allons tenter de voir si le même genre de phénomène se produit au Québec.

Nous conclurons, enfin, en faisant ressortir l'importance de la dimension des équipes de recherche et des départements universitaires pour l'obtention d'une performance supérieure des chercheurs.

6.1 La distribution spatiale de la R-D industrielle au Québec

La R-D industrielle au Québec est encore, plus qu'ailleurs, un phénomène de grande urbanisation. En effet, selon un échantillon de 5 266 emplois de R-D industrielle de Statistique Canada, la répartition intra-provinciale fait ressortir l'importance de Montréal (voir le tableau 19). On constate, en effet, que 87,8 % des chercheurs et des ingénieurs faisant de la R-D dans le secteur privé québécois sont localisés à Montréal.

Tableau 19: Répartition géographique des emplois de R-D industrielle au Québec, 1985

	Nombre	%
Montréal métropolitain	4 625	87,83
Ville de Québec	56	1,06
Chicoutimi-Jonquière	189	3,59
Sherbrooke	30	0,57
Trois-Rivières	55	1,04
Sorel	126	2,39
Reste de la Province	185	3,51
	5 266	**100,00**

Source: Un échantillon de Statistique Canada. Calculs fait à partir de Statistique Canada, Cat. 88-205.

La R-D industrielle au Québec couvre beaucoup de domaines comme la chimie (ex. Agropur à Granby), mais ce sont souvent des laboratoires de contrôle de qualité. Ailleurs, il s'agit de produits utilisés en médecine vétérinaire.

En électronique, Statistique Canada répertorie 30 emplois de R-D à Bromont (I.B.M. et Mitel), 34 à Québec, 3 à Bernières et 3 à Sainte-Anne de la Pocatière. Hydro-Québec a 510 emplois de R-D à Sainte-Julie qui sont évidemment comptés comme faisant partie de Montréal.

Dans le domaine de la forêt et des pâtes et papiers, le plus gros laboratoire de R-D (328 emplois) est à Pointe-Claire (Montréal); il y a aussi 106 emplois à Senneville, municipalité faisant partie de l'Ile de Montréal, et 36 autres à Trois-Rivières. Par conséquent, même si les moulins à papier sont disséminés à travers le Québec, le pouvoir d'attraction des sièges sociaux et de l'Association canadienne des

producteurs de pâtes et papiers localisés à Montréal et le grand nombre de chercheurs universitaires dans cette ville expliquent la forte concentration à Montréal de la R-D sur la forêt et les pâtes et papiers.

6.2 La distribution spatiale de la recherche universitaire au Québec

Cette section présente d'abord les données sur la distribution au Québec des chercheurs universitaires en sciences pures et appliquées et celle de l'ensemble des contrats et subventions de recherche qu'ils obtiennent. Par la suite, nous chercherons à nous rapprocher davantage de la distribution des chercheurs les plus performants dans les universités du Québec en utilisant, pour ce faire, les données du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (C.R.S.N.G.). Enfin, nous tenterons d'évaluer les liens industries-universités en R-D par la distribution des subventions et contrats donnés par le secteur privé aux universités québécoises.

Les hypothèses que nous soutiendrons dans cette deuxième section sont les suivantes. D'abord, nous nous attendons à ce que la recherche universitaire soit moins concentrée à Montréal que la R-D effectuée dans le secteur privé, ce qui correspondrait à ce que nous avons trouvé dans notre étude du cas américain. Ensuite, nous avançons que la concentration des «chercheurs d'élite» ou, si l'on préfère, ceux qui sont considérés par leur pairs comme les plus performants, sera forte. Ces chercheurs, ayant généralement le choix de leur localisation et voulant bénéficier autant des économies d'échelle résultant de la grande dimension des centres de recherche que des économies d'agglomération, se concentreront davantage à Montréal qu'ailleurs au Québec. Enfin, comme, d'une part, les économies d'agglomération favorisent autant la concentration des chercheurs d'élite universitaires que la R-D privée et que, d'autre part, c'est surtout entre les chercheurs d'élite universitaires et les centres de R-D privée que les liens de collaboration se nouent, on devrait trouver, à Montréal, une forte concentration du financement privé de la recherche universitaire.

6.2.1 La distribution au Québec des chercheurs universitaires en sciences pures et appliquées, des subventions de recherche et des contrats

Au Québec, nous avions, en 1982-1983[1], quelque 2 220 professeurs-chercheurs universitaires en sciences pures et appliquées. Comme nous l'indique le tableau 20, ce nombre ne correspondait qu'à 15,9 % du total canadien. Ce pourcentage, faible par rapport au poids démographique du Québec dans le Canada, fut pratiquement constant au cours des quinze dernières années. Depuis le début des années 70, la région de Montréal regroupe 59 % de l'ensemble des professeurs-

1. Année la plus récente pour laquelle nous ayons les données de Statistique Canada.

chercheurs universitaires en sciences pures et appliquées. On constate que ce pourcentage est nettement inférieur à celui que nous avons trouvé pour le personnel de recherche du secteur privé puisque, dans ce dernier cas, 87,8 % se localisait à Montréal. En fait, pour les chercheurs travaillant dans le secteur privé, nous avons un quotient de situation de 2,01 pour Montréal alors que, pour les chercheurs universitaires, le même quotient ne s'élève qu'à 1,35[2].

Tableau 20: Répartition des professeurs-chercheurs universitaires en sciences pures et appliquées au Québec

	Personnel enseignant (nombre)			Distribution au Québec (pourcentage)			Distribution au Canada (pourcentage)		
	1972-73	1976-77	1982-83	1972-73	1976-77	1982-83	1972-73	1976-77	1982-83
Un. de Montréal (total)	448	474	528	23,1	22,3	23,7	3,6	3,5	3,8
UQAM	86	101	136	4,4	4,7	6,1	0,7	0,7	1,0
Université du Québec (autres constituantes)	209	234	255	10,8	11,0	11,5	1,7	1,7	1,8
Université Laval	391	441	428	20,2	20,7	19,2	3,2	3,3	3,1
Université de Sherbrooke	156	163	177	8,0	7,6	7,9	1,3	1,2	1,3
Université Bishop's	19	16	20	0,9	0,7	0,9	0,2	0,1	0,1
Université McGill	407	437	423	21,1	20,5	19,0	3,3	3,2	3,0
Université Concordia	179	229	213	9,2	10,7	9,5	1,4	1,7	1,5
Région de Montréal	1 139	1 257	1 320	58,9	59,0	59,4	9,2	9,3	9,4
Québec	1 933	2 130	2 221	100,0	100,0	100,0	15,6	15,8	15,9
Canada	12 377	13 508	13 981	—	—	—	100,0	100,0	100,0

Source: Rapport Lacroix, tableau A.1.8 et A.4.2.

Le tableau 21 donne, pour 1981-1982[3], les montants et la répartition des subventions et contrats de recherche entre les universités québécoises, d'une part, et entre Montréal et le reste du Québec, d'autre part. Les chercheurs universitaires de la région de Montréal ont obtenu 67,4 % de l'ensemble des subventions et contrats de recherche. Ce pourcentage est légèrement inférieur à celui que l'on trouve pour 1977-1978. Cette proportion des subventions et contrats allant aux chercheurs universitaires de la région de Montréal est, par ailleurs, nettement inférieure à la proportion des

2. À partir des données de Statistique Canada (Cat. no 91-211), nous avons calculé que la population de Montréal métropolitain constituait 43,7 % de la population du Québec au 1er juin 1985.
3. Dernière année pour laquelle nous avions des données comparables pour l'ensemble des universités.

dépenses de R-D privée réalisées dans la région de Montréal (84,1 %), ce que nous anticipions au départ. Remarquons, toutefois, que le pourcentage des subventions et contrats de recherche reçus par les chercheurs universitaires montréalais dépasse de beaucoup la proportion qu'ils représentent du total des chercheurs universitaires du Québec. Il y a là un premier indice d'une plus forte intensité de recherche universitaire dans la région de Montréal.

Tableau 21: Subventions et contrats en sciences pures et appliquées aux universités québécoises

	Montant en dollars		Répartition en pourcentage du Québec	
	1977-78	**1981-82**	**1977-78**	**1981-82**
Laval	5 566 863	10 034 630	15,7	17,9
Montréal (total)	9 478 162	12 438 871	26,7	22,2
Sherbrooke	3 691 887	5 561 601	10,4	9,9
Univ. du Québec (total)	4 267 577	6 354 570	12,0	11,3
UQAC	367 510	712 109	1,0	1,3
UQAM	636 182	1 136 818	1,8	2,0
U.Q.T.R.	941 425	1 673 887	2,7	3,0
UQAR	245 932	308 461	0,7	0,6
Bishop's	9 137	52 844	0,0	0,1
McGill	10 908 885	18 358 670	30,8	32,8
Concordia	1 528 613	3 239 586	4,3	5,8
Région de Montréal	**24 637 507**	**35 226 789**	**69,5**	**67,4**
Québec	**35 451 124**	**56 040 772**	**100,0**	**100,0**

Source: La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec, D.G.E.R.U., 1977-78 et 1981-82.

6.2.2 La performance en recherche et la concentration géographique des «chercheurs d'élite» au Québec

Un «chercheur d'élite» peut se définir comme un chercheur ayant, de façon régulière, une production scientifique significativement supérieure à la moyenne de ses pairs. Comme il y a des aspects quantitatifs et qualitatifs dans cette production scientifique et que, dans certains cas, le recul du temps est nécessaire à une évaluation juste de la production scientifique d'un chercheur, il n'est pas toujours facile de les classer. Ceci dit, dans le milieu scientifique canadien et québécois, on reconnaît que,

dans les domaines où les subventions de recherche sont requises pour faire de la recherche, les chercheurs qui obtiennent des subventions du C.R.S.N.G. ont généralement une production scientifique passée supérieure à ceux qui n'en n'obtiennent pas. De plus, parmi les chercheurs subventionnés par le C.R.S.N.G., dans chacun des comités (chimie, physique, informatique, etc.), les chercheurs recevant les subventions individuelles les plus élevées sont considérés comme les meilleurs chercheurs de leur discipline puisque l'importance des subventions reçues repose grandement sur la production scientifique antérieure du chercheur universitaire. Nous qualifierons ces derniers chercheurs de «chercheurs d'élite».

Le tableau 22 donne la distribution du nombre et du montant des subventions individuelles du C.R.S.N.G. entre les universités québécoises et entre la région de Montréal et le reste du Québec. Remarquons d'abord que le Québec ne reçoit que 15,4 % (1982-1983) du total des subventions individuelles. Ce faible pourcentage semble toutefois s'expliquer par le fait que l'on ne retrouve au Québec que 15,9 % des chercheurs universitaires en sciences pures et appliquées. La structure particulière du système d'éducation postsecondaire au Québec n'est sûrement pas étrangère à cette faible proportion de chercheurs universitaires canadiens localisés au Québec.

Tableau 22: Distribution du nombre et de la valeur des subventions individuelles du C.R.S.N.G. selon l'université et la région

	Nombre de subventions		Répartition du nombre au Québec (en %)		Valeur des subventions		Répartition des montants au Québec (en %)	
	1980-81	1982-83	1980-81	1982-83	1980-81	1982-83	1980-81	1982-83
UQAM	22	24	3,5	3,6	184 679	226 845	2,4	2,0
Université du Québec (autres constituantes)	61	59	9,8	8,9	645 089	738 565	7,7	6,5
Laval	117	122	18,7	18,5	1 443 231	1 986 577	17,3	17,6
McGill	163	166	26,0	25,1	2 718 305	3 741 735	32,6	33,1
Montréal (total)	171	176	27,4	26,7	2 399 669	3 091 890	28,8	27,3
Sherbrooke	38	48	6,1	7,3	487 020	774 128	5,8	6,8
Concordia	53	65	8,5	9,9	445 431	749 804	5,6	6,7
Région de Montréal[1]	409	431	65,4	65,3	5 748 084	7 810 274	69,0	69,0
Québec	625	660	100,0	100,0	8 323 424	11 309 544	100,0	100,0
Canada	3 758	3 892	—	—	55 241 260	73 703 744	—	—

Source: Compilation spéciale obtenue du C.R.S.N.G. et Rapport Lacroix, tableau A.8.2.
Note 1: UQAM, McGill, Montréal (total) et Concordia.

Avec 43,7 % de la population du Québec, la région de Montréal obtient plus de 65 % du nombre et près de 70 % des montants des subventions du C.R.S.N.G. C'est un premier élément d'appui à l'hypothèse d'une concentration des chercheurs les plus performants dans la région montréalaise. En effet, pour Montréal, le quotient de localisation des chercheurs subventionnés par le C.R.S.N.G. est de 1,49 alors que le même quotient pour l'ensemble des chercheurs susceptibles d'obtenir de telles subventions est, comme nous l'avons vu antérieurement, de 1,35.

Le tableau 23 nous permet d'appuyer encore davantage l'hypothèse précitée. Nous y trouvons, en effet, la proportion des chercheurs universitaires des catégories «top 50 %» et «top 20 %» travaillant dans des universités montréalaises. Les chercheurs universitaires appartenant à la catégorie des «top 20 %» (ou «top 50 %») sont ceux qui, dans leur domaine de recherche, ont obtenu des subventions individuelles telles qu'au moins 80 % (ou 50 %) des chercheurs subventionnés par le C.R.S.N.G. dans ce domaine ont reçu des subventions individuelles d'un montant inférieur. Si l'on accepte le lien entre l'importance des subventions individuelles et les performances antérieures des chercheurs subventionnés, les chercheurs de la catégorie des «top 20 %» et, à un moindre degré, ceux de la catégorie «top 50 %» représentent les chercheurs d'élite dans leur secteur respectif.

Tableau 23: Part représentée par la région de Montréal dans les subventions accordées par le C.R.S.N.G. au Québec

	1980-81	1983-84
Nombre de subventions		
— Top 20 %	79,6	78,4
— Top 50 %	76,1	75,6
Total des subventions	**65,4**	**65,3**
Montants accordés		
— Top 20 %	79,9	79,1
— Top 50 %	79,0	77,0
Total des subventions	**69,0**	**69,0**

Source: Compilation spéciale obtenue du C.R.S.N.G. et Rapport Lacroix, tableau A.8.2.

Ouvrons une parenthèse pour situer le Québec dans l'ensemble canadien. En 1982-1983, 1 943 chercheurs canadiens, dont 284 chercheurs québécois, recevaient des subventions individuelles du C.R.S.N.G. les classant dans le groupe des «top 50 %». Pour la même année, 770 chercheurs canadiens, dont 109 chercheurs du

Québec, obtenaient des subventions les classant dans la catégorie des «top 20 %». Ainsi, 14,6 % des chercheurs canadiens du groupe des «top 50 %» et 14,1 % du groupe des «top 20 %» se trouvaient au Québec. Rappelons-nous que les chercheurs du Québec recevaient 15,4 % de l'ensemble des subventions individuelles du C.R.S.N.G. Donc, la proportion du Québec est légèrement décroissante au fur et à mesure que l'on monte dans la hiérarchie des chercheurs. On ne retrouve pas le même phénomène dans l'ensemble des universités montréalaises puisqu'avec 9,4 % des chercheurs universitaires canadiens, la région montréalaise obtenait 11,07 % des subventions du C.R.S.N.G. et 11,4 % de la catégorie des «top 20 %». Pour la région montréalaise, il faut souligner la très haute performance des chercheurs des deux grandes universités, à savoir l'Université McGill et l'Université de Montréal. Ces deux universités, tout en ne regroupant que 6,8 % des chercheurs canadiens, réussissent à obtenir 10,9 % des subventions de la catégorie des «top 20 %»[4].

Le tableau 23 nous montre à quel point, au Québec, les chercheurs d'élite en sciences pures et appliquées se concentrent à Montréal. Si, en 1983-1984, 65,3 % des subventions individuelles du C.R.S.N.G. étaient données à des universitaires de la région de Montréal, 78,4 % des subventions de la catégorie des «top 20 %» allaient à des chercheurs de cette région. Ces pourcentages impliquent que les quotients de situation pour Montréal passent de 1,49 pour l'ensemble des chercheurs subventionnés par le C.R.S.N.G. à 1,73 pour ceux de la catégorie de «top 50 %» et à 1,79 dans le cas des chercheurs de la catégorie des «top 20 %». Cette forte concentration des chercheurs d'élite à Montréal se rapproche de celle que nous avons trouvée pour l'ensemble des chercheurs dans le secteur privé. Les chercheurs d'élite pour lesquels il y a généralement une forte demande excédentaire ont, comme les entreprises privées, une assez grande liberté dans le choix de localisation de leur activité de recherche. Il n'est peut-être pas surprenant que les grands départements d'enseignement et de recherche, les économies d'agglomération et les aménités des grandes régions urbaines, qui ont grandement influencé les choix de localisation des activités de R-D des entreprises privées, aient aussi influencé les décisions de localisation des chercheurs d'élite.

Le tableau 24 révèle que le phénomène de concentration des chercheurs d'élite à Montréal se vérifie pour la majorité des disciplines de recherche. C'est ainsi que, pour six disciplines sur douze, on retrouve à Montréal plus de 90 % des chercheurs faisant partie de la catégorie des «top 20 %». Dans quatre champs disciplinaires, tous les chercheurs d'élite se retrouvent à Montréal. Le phénomène que nous avions constaté pour l'ensemble des champs disciplinaires n'est donc pas dû à quelques biais d'agrégation puisqu'il se vérifie souvent très éloquemment dans la très grande majorité des disciplines.

Il reste une dernière pièce à ajouter au dossier et elle porte sur le secteur du génie. Nous avons encore ici fait appel aux données du C.R.S.N.G. sur les subventions de recherche en génie pour localiser la concentration des chercheurs

4. On trouvera les données permettant le calcul de ces divers pourcentages à l'annexe statistique.

d'élite. Soulignons d'abord qu'entre 1980 et 1983, la région de Montréal regroupait en moyenne 69,6 % des professeurs-chercheurs en génie du Québec. Comme nous l'indique le tableau 25, c'est parmi les chercheurs universitaires montréalais en génie que l'on retrouvait, pour la même période, 75,7 % des chercheurs québécois de la catégorie des «top 50 %» au C.R.S.N.G. et 77,5 % de la catégorie des «top 20 %». On retrouve donc en génie le même phénomène que nous avons déjà observé en sciences naturelles, à savoir une augmentation de la concentration à Montréal au fur et à mesure que l'on monte dans la hiérarchie des chercheurs universitaires.

Tableau 24: Pourcentage des chercheurs détenteurs d'une subvention individuelle du C.R.S.N.G., localisés à Montréal, par domaine et niveau de qualité, 1983-1984

	Total[1]	Top 50 %	Top 20 %
Biologie animale	67,4	82,6	71,4
Biologie cellulaire	55,2	61,9	55,5
Biologie végétale	61,9	66,6	66,6
Chimie	66,2	72,2	76,9
Informatique	87,5	100,0	100,0
Science de la terre	61,8	78,5	90,0
Statistique	80,9	94,4	100,0
Physique	51,8	54,8	53,3
Mathématiques	69,2	84,0	92,0
Astronomie	85,0	80,0	100,0
Biologie humaine	53,6	62,5	54,5
Science nucléaire	71,4	80,0	100,0

1. Il s'agit de l'année 1982-1983.

Tableau 25: Nombre moyen (1980-1983) de professeurs ayant obtenu des subventions du C.R.S.N.G. en génie (dépenses courantes, individus et équipes)

	Total des subventions	Top 50 %	Top 20 %
Université McGill	74,5	40,6	17,8
Polytechnique	79,2	26,5	8,0
Université Concordia	59,9	25,3	8,4
I.N.R.S.	34,7	10,2	3,2
Université Laval	58,2	22,2	5,6
Université de Sherbrooke	32,8	7,0	1,2
UQTR	9,6	3,3	—
UQAC	6,9	1,0	—
Région de Montréal	248,0	103,0	38,0
TOTAL	**376,0**	**136,0**	**49,0**
Montréal/total:			
— nombre de subventions	**65,9**	**75,7**	**77,5**
— professeurs	**69,6**		

Source: Calculé à partir des données de l'étude du Conseil des universités, *Le secteur du génie et de la technologie en génie: bilan factuel*, octobre 1984, pp. 193-196.

Nous présentons au tableau 26 des indicateurs de performance des chercheurs dans l'obtention des subventions du C.R.S.N.G. Cet indicateur est composé au numérateur du nombre de subventions reçues par les chercheurs d'une université ou d'une région en pourcentage du total québécois et au dénominateur du nombre de professeurs de cette université ou de cette région en pourcentage du total québécois. Si le total des subventions, ou les «top 50 %», ou les «top 20 %» se répartissaient au prorata des professeurs-chercheurs, cet indicateur de performance serait toujours égal à l'unité. Dans la mesure où les chercheurs les plus performants se concentrent davantage dans certaines universités, ces indicateurs seront supérieurs à l'unité pour ces universités et inférieurs à l'unité pour les autres.

L'examen du tableau 26 nous fait réaliser à quel point les chercheurs d'élite se concentrent dans les trois plus grandes universités québécoises, à savoir Laval, McGill et Montréal. En effet, les trois universités regroupent 90,4 % des chercheurs québécois de la catégorie des «top 20 %» et les universités McGill et Montréal regroupent à elles seules 74,9 % de ces mêmes chercheurs. On constate aussi que la position dominante de l'Université de Montréal, et encore davantage de l'Université McGill, se renforce lorsque l'on passe de l'ensemble des subventions C.R.S.N.G. aux «top 50 %» puis aux «top 20 %».

Tableau 26: Indicateurs de performance des chercheurs des universités québécoises dans l'obtention des subventions individuelles C.R.S.N.G., 1983-1984

	Ensemble des subventions	Top 50 %	Top 20 %
Université Concordia	1,04	0,62	0,36
Université Laval	0,96	0,78	0,81
Université McGill	1,32	1,85	2,27
Université de Montréal (total)	1,13	1,38	1,38
Université de Sherbrooke	0,92	0,80	0,43
UQAM	0,77	0,28	—
Universités du Québec (autres)	0,59	0,24	0,23

Source: Calculé à partir des tableaux A-7, A-8 et A-9 en annexe.

En somme, nous pensons avoir fortement appuyé, par l'ensemble des données présentées, l'hypothèse formulée dans l'introduction au sujet de la forte concentration de chercheurs d'élite, non seulement à Montréal mais aussi dans les plus grandes universités montréalaises.

6.2.3 Le financement privé de la recherche universitaire au Québec

Nous tenterons maintenant d'appuyer empiriquement la dernière hypothèse formulée, à savoir que c'est à Montréal que l'on devrait trouver les relations universités-industries les plus importantes en matière de recherche. La logique sous-jacente à cette hypothèse est, comme nous l'avons déjà dit, le fait que les mêmes facteurs influencent la localisation des chercheurs d'élite universitaires et les activités de R-D privée. Or, comme les liens universités-industries se nouent généralement par les chercheurs d'élite et les équipes de recherche hautement performantes, on devrait donc trouver à Montréal une forte concentration des liens de recherche entre les universités et les industries.

Comme indicateur des liens de recherche entre les universités et l'industrie privée, nous avons choisi le financement de la recherche universitaire par les compagnies et les corporations. Nous aurions également pu retenir, bien sûr, d'autres indicateurs de ces relations universités-industries, comme les rencontres scientifiques, les échanges de chercheurs, l'embauche des finissants des universités, etc. Malheureusement, des données fiables et comparables d'une université à l'autre ne sont pas disponibles pour ces divers indicateurs. Par ailleurs, l'implication financière de l'industrie dans le financement de la recherche universitaire garantit qu'il ne s'agit pas de liens superficiels, de voeux pieux, etc.

Les tableaux 27 et 28 donnent pour les sciences pures et appliquées, d'une part, et pour les sciences appliquées, d'autre part, l'importance relative qu'occupe le financement de la recherche par les compagnies dans les diverses universités et dans la région de Montréal[5]. Si on examine les données du tableau 27 portant sur les sciences pures et appliquées, on constate d'abord qu'en 1981-82, le financement de la recherche par des compagnies comptait pour 10,8 % du total des dépenses de recherche pour les universités de la région de Montréal et seulement pour 4,3 % pour les autres universités québécoises.

L'écart entre les universités montréalaises et, plus particulièrement les universités McGill et de Montréal, s'élargit considérablement en sciences appliquées. C'est ainsi que, dans ce secteur, les compagnies et les corporations financent 15,5 % de la recherche universitaire dans les universités montréalaises et seulement 3,4 % dans les autres universités québécoises.

L'autre question que l'on peut se poser quant au financement de la recherche universitaire par les compagnies et les corporations est le pourcentage du total de fonds de cette source allant aux universités de la région de Montréal. Nous trouvons une réponse à cette question au tableau 29. En 1981-1982, des quelque cinq millions de dollars de recherche universitaire en sciences pures et appliquées financée par les compagnies et les corporations, 83,7 % étaient versés à des universités de la région de Montréal. Pour les sciences appliquées, le pourcentage du total versé à des universités de la région de Montréal s'élève à 90,5 % d'un montant absolu de quelque 3,2 millions. Il faut enfin souligner que les universités McGill et de Montréal, à elles seules, obtiennent 2,79 millions des 3,2 millions allant aux universités de la région de Montréal. En somme, il ne serait pas exagéré de dire qu'en sciences appliquées, le financement de la recherche universitaire par l'entreprise privée se limitait, en 1981-1982, à deux grandes universités de la régions montréalaise.

Au chapitre 7, nous montrerons que les relations universités-industries, aux États-Unis, en matière de recherche se font surtout avec les meilleurs chercheurs des «distinguished universities». Les données que nous venons de présenter portent à penser que nous retrouverons le même phénomène au Québec.

5. On trouvera l'ensemble des données brutes qui ont servi au calcul de ces pourcentages à l'annexe de ce chapitre.

Tableau 27: Pourcentage des montants accordés en subventions et contrats selon certaines catégories de pourvoyeurs de fonds et par université, dans les sciences pures et appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	Université Laval		Un. de Montréal (total)		Un. de Sherbrooke		Un. du Québec (total)		UQAC	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	1,1	2,2	3,1	9,9	2,3	9,6	2,6	3,8	0,0	2,0
Fondations, associations	0,7	2,3	2,9	2,3	5,7	4,1	2,5	7,8	13,7	15,7
Gouvernement fédéral	64,2	63,4	52,4	57,0	52,3	61,1	54,4	52,0	47,8	54,5
Gouvernement du Québec	28,1	25,5	22,0	17,9	27,5	18,4	25,3	22,4	28,9	16,5
TOTAL	**94,1**	**93,4**	**80,4**	**87,1**	**87,8**	**93,2**	**84,8**	**86,0**	**90,4**	**88,7**

Pourvoyeur	UQAM		U.Q.T.R.		UQAR		Université Bishop's		Université McGill	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	2,1	9,7	2,7	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	8,7	13,8
Fondations, associations	1,3	6,6	0,0	8,5	0,0	5,4	23,4	14,8	5,8	3,2
Gouvernement fédéral	27,6	29,3	44,4	44,7	49,5	42,6	76,6	85,2	68,5	68,7
Gouvernement du Québec	16,7	19,1	18,9	29,5	40,5	26,7	0,0	0,0	7,9	7,9
TOTAL	**47,7**	**64,7**	**66,0**	**83,7**	**90,0**	**74,9**	**100,0**	**100,0**	**90,9**	**93,6**

Pourvoyeur	Université Concordia		Région de Montréal		Ensemble des universités		Ensemble sans région de Mtl	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	7,2	2,6	5,9	10,8	4,6	8,7	1,6	4,3
Fondations, associations	0,0	0,6	3,9	3,0	3,6	3,3	2,8	4,1
Gouvernement fédéral	75,5	80,4	61,7	64,6	60,5	63,2	57,5	60,3
Gouvernement du Québec	14,0	10,5	15,6	12,6	19,2	16,1	27,4	23,4
TOTAL	**96,7**	**94,1**	**87,1**	**91,0**	**87,9**	**91,3**	**89,3**	**92,1**

Source: *La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec*, D.G.E.R.U., 1977-1978 et 1981-1982.

Tableau 28: Pourcentage des montants accordés en subventions et contrats selon certaines catégories de pourvoyeurs de fonds et par université, dans les sciences appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	Université Laval		Un. de Montréal (total)		Un. de Sherbrooke		Un. du Québec (total)		UQAC	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	2,1	3,3	5,4	14,8	5,1	4,4	3,1	1,9	0,0	4,3
Fondations, associations	0,0	0,6	2,6	1,7	0,0	1,1	2,9	5,3	13,0	6,1
Gouvernement fédéral	62,0	60,5	48,1	50,0	33,4	52,3	56,8	50,7	46,1	42,3
Gouvernement du Québec	31,3	28,4	26,2	17,7	36,6	28,1	22,3	28,0	30,6	33,7
TOTAL	**95,4**	**92,8**	**82,3**	**84,2**	**75,1**	**85,9**	**85,1**	**85,9**	**89,7**	**86,4**

Pourvoyeur	UQAM		U.Q.T.R.		UQAR		Université Bishop's		Université McGill	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	4,1	0,0	0,4	0,4	0,0	1,1	0,0		14,7	21,5
Fondations, associations	0,0	15,1	0,0	0,7	0,0	21,7	0,0	aucun	3,8	1,9
Gouvernement fédéral	32,2	57,9	61,4	37,0	0,0	20,0	100,0		54,3	54,3
Gouvernement du Québec	44,6	9,9	18,0	46,0	34,5	30,2	0,0	fonds	11,4	11,6
TOTAL	**80,9**	**82,9**	**79,8**	**84,1**	**34,5**	**73,9**	**100,0**		**84,2**	**89,3**

Pourvoyeur	Université Concordia		Région de Montréal		Ensemble des universités		Ensemble sans région de Mtl	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	8,4	3,2	8,9	15,5	7,0	11,6	2,7	3,4
Fondations, associations	0,0	0,4	2,6	1,9	2,0	1,6	0,7	1,0
Gouvernement fédéral	73,3	79,5	53,9	56,4	53,5	56,2	52,6	55,6
Gouvernement du Québec	15,7	11,0	19,8	14,0	23,5	19,1	31,8	29,8
TOTAL	**97,4**	**94,1**	**85,2**	**87,8**	**86,0**	**80,5**	**87,8**	**89,8**

Source: *La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec*, D.G.E.R.U., 1977-1978 et 1981-1982.

Tableau 29: Part des universités montréalaises dans les montants accordés par les compagnies et les corporations pour le financement de la recherche universitaire au Québec, 1977-1978, 1981-1982

	1977-1978		1981-1982	
	Région de Montréal	**Reste du Québec**	**Région de Montréal**	**Reste du Québec**
Sciences pures et appliquées	89,6	10,4	83,7	16,3
Sciences appliquées	87,9	12,1	90,5	9,5

Source: *La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec*, D.G.E.R.U., 1977-1978 et 1981-1982.

6.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'abord examiné la distribution spatiale de l'activité de R-D privée au Québec. Nous avons alors réalisé que ce type de R-D était nettement plus concentré dans une grande ville (Montréal) que ce que nous avions constaté pour d'autres pays. On ne doit pas s'étonner de ce fait. Comme les économies de dimension et d'agglomération dans l'activité de R-D jouent un rôle important dans la productivité des chercheurs, on doit s'attendre à une très forte concentration régionale de cette activité dans les petits pays. Si dans un pays comme les États-Unis où l'activité de R-D est plus de cent fois plus considérable qu'au Québec, une très forte proportion de l'activité de R-D privée se localise dans des villes de 2 millions d'habitants et plus, on ne doit pas se surprendre qu'au Québec, où il n'y a qu'une seule ville de plus de 2 millions d'habitants, la presque totalité de l'activité de R-D s'y concentre.

Par la suite, nous avons examiné trois aspects de la recherche universitaire en sciences pures et appliquées au Québec: d'abord, la distribution géographique de cette activité de recherche, ensuite, la localisation des chercheurs d'élite au Québec et, enfin, les relations universités-industries en recherche.

Que pouvons-nous conclure de l'ensemble des faits présentés sur ces sujets?

On réalise d'abord qu'au Québec, comme dans d'autres pays, la distribution géographique des chercheurs universitaires est davantage fonction de la localisation des clientèles étudiantes de premier cycle et d'autres considérations politiques. Cette distribution a généralement été très peu affectée par les facteurs déterminant l'efficacité avec laquelle la recherche peut être faite. Il peut même arriver que, dans un deuxième temps, des organismes subventionnaires gouvernementaux prennent, comme un des critères d'octroi des fonds de recherche, la distribution géographique des chercheurs en alléguant la nécessité d'un démarrage ou d'un rattrapage.

Ceci dit, il ressort assez clairement des données présentées dans ce chapitre que, si un gouvernement peut influencer la distribution géographique du nombre de chercheurs universitaires, il lui est pratiquement impossible de déterminer la distribution géographique des chercheurs d'élite. Pourquoi en est-il ainsi? Tout simplement parce que les chercheurs d'élite, étant très demandés, ont le choix de leur localisation. Comme parmi leurs critères de choix, la plus grande efficacité en recherche domine généralement les autres, ils choisiront les universités leur permettant de bénéficier au maximum des effets d'agglomération, d'aménités urbaines et de dimension dans les unités où ils seront intégrés. À cet égard, une étude récente des départements de chimie des universités québécoises est fort éloquente quant aux effets de dimension sur la productivité en recherche. Le passage suivant de cette étude fouillée ne peut être plus explicite quant à la relation dimension-productivité.

> «Ce qui frappe en étudiant la distribution des universités par rapport à la moyenne et à la médiane, c'est le succès que remportent en général les **universités canadiennes et nord-américaines de grande taille,** auxquelles correspondent des **départements de grande taille** qui, par le fait même, comptent de nombreux professeurs et de nombreux étudiants. **Le plus grand département au Canada compte 47 professeurs;** il se trouve en Ontario. **Le plus grand au Québec en compte 27.** La moyenne de professeurs des huit départements au-dessus de la moyenne de subvention par professeur par université est de 32. Les deux départements québécois dans ce groupe comptent 27 et 24 professeurs. **Ces huit départements recueillent 54 % des fonds de recherche au Canada; les professeurs y ont un taux de succès de 91 %.** La conclusion est évidente: le succès appelle le succès; la taille d'un département joue un rôle par l'effet de concentration et de mise en commun de ressources considérables. En comparaison des huit premiers départements, les huit derniers comptent 56 professeurs, pour une moyenne de 7,0 professeurs; ils recueillent 247 900 $, soit 1,46 % du total des subventions canadiennes. On compte malheureusement deux départements québécois dans ce groupe[6].»

Une même conclusion serait sûrement tirée du même genre d'étude qui serait faite des départements de physique, de biologie, d'informatique, etc.

On ne doit donc pas s'étonner que les «distinguished universities» des centres urbains soient généralement des centres d'attraction importants des chercheurs d'élite. En fait, on réalise que la liberté de choix des chercheurs d'élite recrée en quelque sorte les conditions d'un marché libre en ce sens que ces derniers se localisent là où leur

6. Mémoire de l'Ordre des chimistes du Québec présenté à la Commission parlementaire sur le financement des universités, octobre 1986, pp. 8-9.

rendement social est le plus élevé[7]. C'est pourquoi d'ailleurs nous retrouvons une grande similitude entre la distribution géographique des chercheurs d'élite et la localisation géographique de la R-D privée.

Un autre indicateur de la concentration des chercheurs de grande qualité dans les «distinguished universities» de la région de Montréal est la distribution géographique et par université du financement privé de la recherche. Nous savons, en effet, que l'entreprise privée investit dans la R-D intra muros et extra muros pour en tirer un profit futur et ces décisions, à cet égard, seront sanctionnées par le marché. Conséquemment, dans ses affiliations avec des équipes ou des chercheurs universitaires, l'entreprise privée recherchera nécessairement la meilleure qualité de recherche, lui permettant d'obtenir les meilleurs résultats possibles. Cela est d'autant plus vrai que ce sont les grandes entreprises qui financent la R-D universitaire et que ces dernières ont les moyens et l'expertise nécessaires pour sélectionner les meilleures équipes ou les meilleurs chercheurs[8]. Ainsi, le fait que le financement privé de la R-D universitaire se concentre très fortement dans quelques universités de la région de Montréal est un autre indicateur de la concentration des chercheurs d'élite et des équipes performantes à Montréal.

Au total donc, on doit retirer de ce qui précède que les interventions gouvernementales pour répartir régionalement les chercheurs universitaires ou les chercheurs d'organismes risquent d'être fort peu efficaces pour les chercheurs d'élite et les équipes performantes.

7. Comme il s'agit d'une situation optimale, il ne faut surtout pas, sous peine d'encourager le gaspillage, subventionner les frais additionnels de R-D des universités périphériques engendrés par leur inefficacité due à l'absence d'économies d'échelle et urbaines. Or, au Québec, plusieurs universités réclament justement ce genre d'aide particulière. Comme les ressources gouvernementales sont limitées, les subventions distribuées aux diverses universités pour la R-D doivent satisfaire l'équimarginalité; on ne doit donc pas traiter différemment les différentes universités.
8. Jean-Pierre Lemasson (1986).

7. Les complexes scientifiques et technologiques

Dans les chapitres précédents, nous avons examiné le rôle des économies d'échelle et des économies urbaines en tant que forces favorisant l'agglomération des activités de R-D industrielle dans un milieu hautement urbanisé. Il existe aussi un phénomène complémentaire: celui des complexes de haute technologie ou de régions-recherche[1] qui sont situés en tout ou en partie en dehors des limites des grandes agglomérations urbaines. Pour ces complexes, il semble, de prime abord, que les économies urbaines ne sont pas essentielles; en d'autres termes, les économies de dimension et de localisation seraient suffisantes pour assurer leur viabilité. De plus, certaines politiques gouvernementales de décentralisation vers les régions en difficulté semblent basées sur l'hypothèse que ces complexes ne requièrent que des économies de dimension et de localisation. Dès lors, si on pouvait par une intervention gouvernementale quelconque, inciter un nombre suffisant d'entreprises high-tech à se localiser en régions périphériques, on se trouverait ainsi à créer des pôles de croissance. Ce genre de raisonnement suppose implicitement que les économies de la grande urbanisation ne sont pas nécessaires à l'activité de R-D industrielle.

Dans ce chapitre, nous discuterons donc de la nécessité (ou de l'absence de nécessité) des économies urbaines pour que naissent et se développent des complexes de haute technologie.

1. Ces complexes consistent en zones, plus ou moins étendues, regroupant des entreprises de technologie avancée engagées dans la fabrication et dans la R-D. Les exemples célèbres sont: la Route 128, la Silicon Valley, le Research Triangle et celui de Austin. Il existe aussi 32 «high tech centers» dont les noms évocateurs vont de Silicon Desert, Golden Triangle à Silicon Bayou. De plus, 14 États américains subventionnent des succursales high-tech de grandes compagnies et de laboratoires gouvernementaux (Malecki, 1986, pp. 44 et 65). À tout cela, il faut ajouter un grand nombre de parcs industriels municipaux et privés qui tentent de recruter des entreprises high tech.

7.1 Les raisons d'être des complexes scientifiques et des régions-recherche

À partir des études faites sur les complexes existants ayant un certain succès (principalement de la Route 128, Silicon Valley, le Research Triangle, Austin et plusieurs autres plus ou moins connus), un grand nombre de facteurs explicatifs de ce phénomène ont été explicités[2]. Nous pouvons les résumer ainsi.

— La contribution d'universités prestigieuses

Dans le cas des États-Unis, le facteur fondamental serait la présence ou la contribution active d'universités prestigieuses (Dorfman, 1983, p. 312; Planque, 1985, pp. 930-931; Malecki, 1986, p. 60-63)[3].

— Les économies de la grande urbanisation

Les économies de la grande urbanisation joueraient aussi un rôle majeur. Les régions-recherche les plus réputées ont été créées à proximité des grandes agglomérations urbaines comme Boston et San Francisco. Il y a aussi le triangle des villes de Raleigh-Durham-Chapel-Hill qui compte tout de même 500 000 habitants. De toute façon, le nombre des «spin-offs» diminue radicalement avec la diminution de la population adjacente. C'est pour cela que le Research Triangle et Austin ne sont pas considérés comme de grandes réussites du point de vue des «spin-offs» (Malecki, 1986, pp. 60-61). Beaucoup d'études nous amènent à conclure que les économies d'agglomération sont essentielles à l'activité de R-D (Dorfman, 1983, pp. 307-308; Planque, 1985b, pp. 931-32; Malecki, 1986, p. 61). Comme l'explique Planque (1985b, pp. 922 et 931), les économies d'agglomération traduisent un réseau d'informations qui ne peuvent être efficacement et rapidement transportées par des moyens techniques; le contact face-à-face ainsi que la mobilité interfirme du personnel s'avérant les seuls moyens. À l'intérieur du réseau, la «*cross-fertilization*» et l'espionnage scientifique jouent à plein.

---

2. Certains auteurs considèrent la demande publique pour les produits high-tech comme un facteur explicatif important. Bien sûr que sans la demande militaire et celle de la NASA les progrès de l'électronique auraient été beaucoup plus lents. Mais là n'est pas la question puisque notre tâche est simplement d'expliquer la localisation de l'activité de R-D. Nous supposons par conséquent une demande déterminée de façon exogène.
3. L'université prestigieuse n'est cependant pas une règle sans exception. Ainsi Malecki (1986, p. 64) mentionne deux cas: Portland et Colorado-Springs qui «appear to be doing well despite the lack of a prominent research university (Rogers and Larsen, 1984, pp. 245-49)». Notez qu'il s'agit de complexes d'entreprises high-tech où le contenu de R-D est variable. Ainsi, à part les cas adjacents aux deux régions «leader en R-D», la région nord-est et la région côte ouest des États-Unis, les centres de haute technologie créés par l'intervention gouvernementale consistent en succursales (branch plants) de grandes compagnies et de laboratoires gouvernementaux avec très peu de «spin-offs» ou «acorns» (Malecki, 1986, pp. 64 et 68).

Les économies d'agglomération dont nous venons de parler se réalisent sous certaines conditions. Il faut, d'abord, une certaine immobilité[4] de la matière grise s'expliquant par l'intérêt du réseau[5] et les aménités de l'endroit. Le maintien d'une ambiance de «*pressure cooker*» est aussi une condition importante (Dorfman, 1983, p. 308). Ce milieu hautement concurrentiel et productif, s'obtient par la proximité des concurrents et de la grande ville[6]. Enfin, la masse critique est essentielle. En effet, les études de mesures des économies d'agglomération urbaines montrent que la relation entre les économies urbaines et la dimension de la population urbaine n'est pas linéaire. De plus, dans la perspective du cycle du produit, le maintien d'un niveau agrégé d'activités économiques dans la ville nécessite la naissance continuelle de nouvelles entreprises pour remplacer celles qui disparaissent à cause de la vétusté de leurs produits. Pour que le taux de naissance de nouvelles entreprises soit adéquat, il faut compter sur un bassin de population considérable puisque seule une infime partie de la population devient éventuellement «entrepreneur», c'est-à-dire produit des innovations. L'avantage de la grande ville est indéniable sous ce rapport. La masse critique consiste aussi en l'existence préalable d'une grand firme capable de produire des «spin-offs»[7].

— Caractéristiques du stock de capital humain

Le domaine de la haute technologie requiert deux types différents de main-d'oeuvre: une main-d'oeuvre scientifique dispendieuse et une main-d'oeuvre peu instruite et bon marché pour la fabrication en grandes séries.

Paradoxalement, comme on l'a suggéré précédemment, il n'est pas toujours nécessaire de posséder cette main-d'oeuvre au préalable. À condition de bénéficier

4. L'immobilité est relative car il s'agit justement du type de main-d'oeuvre la plus mobile interrégionalement (voir Herzog et al., 1986, p. 458). Pour que la condition soit remplie, il faut une forte mobilité interfirme intrarégionale et une certaine immobilité interrégionale. Comme cette immobilité n'est jamais complète, on ne peut pas, comme le fait Planque (1985b, p. 916), assimiler le bassin local de main-d'oeuvre à un gisement (immobile) de matière grise. En fait, Dorfman (1984, p. 313) stipule que la différence entre la Silicon Valley et la Route 128 (Boston) est que la première a importé sa matière grise tandis que la seconde en disposait sur place. À cet effet, Dorfman rapporte une enquête qui suggère, qu'entre 1978 et 1980, 80 % des diplômés d'universités embauchés par les entreprises de haute technologie du Massachussetts viennent d'institutions d'éducation du Massachussets (Dorfman, 1983, p. 305).
5. Il s'agit du réseau des contacts interpersonnels et interorganisationnels (Planque, 1985b, p. 916).
6. Planque (1985b, p. 921) donne une dimension idéologique à ce phénomène. Ce n'est pas très utile car le phénomène d'entrepreneurship est incommensurable (Martin, 1986a, p. 4), ce qui rend le «spirit of entrepreneurship» qui résulte de cette situation «difficult to assess» (Dorfman, 1983, p. 312). Il est préférable de remplacer le concept idéologique par la notion d'accès aux innovations qui, elle, est opérationnelle (voir Martin, 1986a, p. 5).
7. DEC et Wang ont joué ce rôle pour la Route 128, Fairchild pour Palo Alto, Northern Telecom pour Kanata (Ottawa). Dorfman (1983, p. 310) mentionne aussi Texas Instrument pour Dallas, Control Data pour Minneapolis et Motorola pour Phoenix.

d'aménités équivalentes (comme on le verra dans ce qui suit), les régions n'ont pas de difficulté à obtenir la main-d'oeuvre scientifique parce qu'elle est plus mobile que la main-d'oeuvre non qualifiée (Herzog et al. 1986, p. 458).

— Une infrastructure technologique adéquate

Les universités et les instituts de technologie sont la base de cette infrastructure. Des règles favorables quant à l'insertion des professeurs de ces institutions dans le circuit des entreprises innovatrices peuvent aussi jouer un rôle positif (le cas de l'Université Stanford est fameux sur ce point). De plus, il faut une structure industrielle complète: fabricants de «hardware» et de «software» et un réseau de sous-traitants. Voilà ce qui fait la force de l'ancienne «Manufacturing Belt» (que certains nomment maintenant le «Rust Belt») et explique en partie pourquoi la R-D y est encore concentrée. Bien entendu, chaque secteur industriel a des besoins particuliers.

— La disponibilité de capital de risque

Comme il s'agit de R-D industrielle, donc d'entreprises privées, le rôle du capital de risque dans le cas des «spin-offs» est important. Aux États-Unis comme au Canada, on ne peut pas compter exclusivement sur le système bancaire pour fournir ce capital. Même après un bon nombre d'années, ce capital est encore très régionalisé aux États-Unis. Or, comme il a aussi une aversion pour la distance, sa présence locale est importante.

— Posséder des aménités équivalentes aux régions concurrentes

Pour qu'une certaine immobilité interrégionale de la matière grise soit obtenue, il faut que les régions-recherche possèdent des aménités pour attirer et retenir cette main-d'oeuvre. L'aménité la plus importante pour la main-d'oeuvre scientifique est celle de la grande urbanisation (Malecki, 1986, p. 61). Les descriptions de la localisation de la R-D dans divers pays que nous avons faites dans les chapitres précédents montrent cependant que cette main-d'oeuvre tient à minimiser les inconvénients de la grande urbanisation en se localisant à la périphérie des grandes agglomérations urbaines. Ce genre de localisation offre non seulement culture, éducation, facilité de transport aérien, mais aussi la mobilité interfirmes sans avoir à

sacrifier son logement et la possibilité pour le conjoint d'obtenir un emploi intéressant. On a aussi considéré d'autres facteurs comme la fiscalité, le climat, etc., mais aujourd'hui, ils sont, de façon générale, mis en doute[8].

7.2 Des exemples de complexes scientifiques et technologiques

Les complexes de haute technologie ont débuté plus ou moins spontanément aux États-Unis au début des années 50. Devant le succès de ces expériences, on a commencé à les planifier au début des années 60. La formule a été reprise en Grande-Bretagne, en France, en Belgique, au Canada, etc.

7.2.1 Les complexes scientifiques américains

Il existe deux exemples fameux[9], celui de la Silicon Valley et celui de la Route 128 (Boston) qui datent de l'après-guerre. Ces exemples furent spontanés et sont considérés aujourd'hui comme non copiables, ce qui n'empêche pas différentes agences de développement régional de faire la promotion du concept.

Comme on l'a déjà mentionné, il existe aussi un grand nombre de complexes scientifiques, ailleurs aux États-Unis, planifiés soit par des universités, soit par des États, ou des gouvernements régionaux ou municipaux et parfois par l'entreprise privée. Certains de ces complexes ont connu de grands succès. Il en est ainsi du Stanford University Industrial Park avec 25 000 ingénieurs et techniciens et qui fait

8. «Physical factors, such as climate and recreational amenities (nearby mountains and beaches) are often mentioned in the growth of higher technology complexes. However it seems clear that these factors have little bearing on the success or failure of high-tech regions (Premus, 1984, p. 53)... the built environment and cultural amenities are more important than the physical setting of an area» (Malecki, 1986, p. 61). En fait, aussi paradoxal que cela puisse paraître, les préférences de la main-d'oeuvre scientifique ne sont pas différentes des autres travailleurs: «no evidence was found to support the belief that high technology workers are more sensitive than other workers to area characteristics such as climate, cost of living..., quality of school and academic institution and accessibility to cultural amenities and recreation» (Herzog et al. 1986, p. 458). Cela ne veut pas dire que la main-d'oeuvre scientifique n'apprécie pas les aménités urbaines mais pas de façon différente de l'autre main-d'oeuvre.

9. Les ouvrages qui les décrivent et les analysent sont nombreux. Voici quelques références récentes: Malecki (1986), Planque (1985b), Dorfman (1983). Leur réputation vient de leur succès phénoménal: on attribue à la Route 128 un total de 250 000 emplois high tech (Dorfman, 1983, p. 300) dont une grande partie est répartie entre 900 manufactures et 700 entreprises de services high-tech dans un rayon de 60 km de Boston. La Silicon Valley a eu un développement encore plus spectaculaire: le comté Santa Clara comptait 175 000 habitants après la guerre, il héberge maintenant 1 250 000 habitants (Planque, 1985b, p. 917). Il y a 8 000 usines de toutes sortes, 80 % de ces établissements comptent moins de 50 employés. On reconnaît tout de même que ce sont les grandes entreprises comme Bell Labs, G.E., RCA, Sylvania, IBM, Hughes, Motorola qui ont été les moteurs de la région (voir Planque 1985b, p. 923 au sujet du rôle secondaire des P.M.E.).

partie de la Silicon Valley (Planque, 1985b, p. 920), du Denver Technological Center, 2 500 employés (Université de Denver) et du Research Triangle Park, fondé en 1956, affilié à trois universités de la Caroline du Nord et regroupant 20 000 employés (*The Economist*, 1985, p. 88). Par ailleurs, on trouve aux États-Unis une centaine de parcs industriels scientifiques plus ou moins restrictifs dans leurs critères d'admission.

7.2.2 Les complexes scientifiques britanniques

En Grande-Bretagne, les parcs scientifiques ont débuté en 1972 (*The Economist*, March 16, 1985, p. 88). En 1984, 13 étaient en activité et 15, au stade de la planification. De ceux qui étaient en activité en 1984, sept étaient universitaires, deux étaient supportés par des banques, trois étaient détenus par des promoteurs immobiliers et un était privé.

Le plus célèbre parc scientifique est celui de l'Université Cambridge avec 1 300 emplois[10]. Tout comme dans le cas de Stanford, l'Université Cambridge a été un agent de développement important non seulement par sa gestion du parc industriel et son offre de capital de risque, mais aussi en permettant à ses professeurs de devenir des «*entrepreneurial dons*» (The Economist 1986, p. 89). Cependant, à côté du succès phénoménal de Cambridge, plusieurs de ces parcs sont en difficulté pour diverses raisons[11]. On mentionne, qu'à cause des préférences du monde des affaires en Grande-Bretagne, seule une très faible proportion de la R-D industrielle qui sera faite dans les parcs scientifiques (The Economist, 1986). En raison de l'absence de dépenses gouvernementales massives pour la défense et l'espace, on ne pense pas que le nombre de chercheurs dans les parcs scientifiques pourra atteindre la masse critique requise dans les divers types de recherche (The Economist, 1986). Enfin, plusieurs parcs ont été construits dans le nord de la Grande-Bretagne où les conditions de réussite, dont nous avons discuté antérieurement, sont presque complètement absentes.

7.2.3 Les complexes scientifiques français

Des efforts importants ont été consentis en France pour décentraliser la R-D et l'emploi de haute technologie. La politique française de décentralisation de la R-D a été très vigoureuse. Les grandes écoles et le C.N.R.S. ont été soumis à de fortes pressions de la part des autorités locales pour décentraliser leurs activités (Brocard,

10. Si on compte toutes les entreprises high-tech de la région dont les deux tiers sont plus ou moins issues de «spin-offs» d'origine universitaire, il s'agit de 4 000 entreprises et de 15 000 employés (Aydalot, éd., 1986, p. 357). Notons que ces chiffres peuvent être optimistes car il se peut que cette allocation des emplois en faveur du parc de Cambridge ait été faite parce que l'on n'a pas pu, à cause de manque de recherche, expliquer ces emplois autrement. Dans le cas du «Cambridge phenomenon», Lowe (1985) dit qu'il y «a scant evidence of the real impact of the science park in terms of university/industry liaison, but a great deal of unexplained activity in tehnology based ventures thoughout the area» (ibid, p. 42). Mais l'action indirecte peut être importante.
11. Le rendement des parcs est de l'ordre de 1-3 pour cent, voir Lowe (1985).

1981, pp. 63 et 65). De son côté, le secteur privé a été contraint de se décentraliser à cause d'interdictions et de pénalités en cas de développement à Paris. De grosses opérations, totalement dépendantes des commandes de l'État [Société lannionnaise d'électronique et établissements de l'aéronautique (Ibid. p. 63)], ont dû prendre le chemin de provinces périphériques. En même temps, le secteur privé a été parfois subventionné tant par les collectivités locales que par la collectivité nationale (Ibid. p. 67) pour se décentraliser. Tout cela s'est éventuellement concrétisé par des réussites comme Sophia-Antipolis et la Cité scientifique Ile-de-France. La Cité scientifique regroupe «40 % des laboratoires de recherche publics français, 60 % des grandes écoles nationales et deux universités» (Decoster et Tabariès, 1986, p. 80). Le centre de Sophia-Antipolis, qui existe depuis 20 ans, rassemble 5 000 emplois. Malgré tout, sa situation semble assez difficile[12] à cause de l'absence d'université et le fait qu'il soit en marge de toute grande ville (Savy 1986, p. 51). Il en existe plusieurs autres en France: Meylan, Brabois, Lyon, Grenoble, Toulouse. Il y a aussi à l'état de projet: Metz, Rennes-Atalante, Bordeau-Technopolis, etc. Il est clair que «dans cette compétition qui s'engage ... tous ne seront pas vainqueurs» (Savy 1986, p. 51). L'évaluation des complexes scientifiques en France est difficile à faire à cause de la prépondérance du secteur public et parapublic qui politise énormément les relations économiques, de sorte qu'il est difficile, a posteriori, de distinguer entre les activités parachutées et le développement endogène de la R-D des régions.

7.2.4 Les complexes scientifiques canadiens

Le Canada possède quelques parcs scientifiques comme le Sheridan Park à Toronto. Il compte de plus une région importante dans la banlieue immédiate d'Ottawa-Hull, Kanata, regroupant des entreprises scientifiques. La région d'Ottawa-Hull a fait ses débuts dans la haute technologie vers 1958; elle comptait, en 1980, 85 entreprises de haute technologie et rassemblait environ 15 000 personnes (Steed et De Genova, 1983, p. 265). Gravitent autour de ce complexe, 200 entreprises de services et de consultants en haute technologie (Sweetman, 1982, p. 20). Il s'agit donc d'un petit complexe, comparé à certains géants américains. Tout comme à Washington, la région d'Ottawa-Hull est favorisée par la présence du gouvernement fédéral, pourvoyeur de contrats de toutes sortes et employeur de spécialistes des sciences naturelles, du génie et des mathématiques[13].

À Ottawa, le phénomène n'a pris de l'ampleur qu'à partir des années 1970, même si la première entreprise du secteur est apparue en 1948. Le vrai départ se situe

12. Miller et Côté (1985) le qualifient ainsi: c'est une agglomération qui, comme d'autres parcs scientifiques artificiellement planifiés, s'est ossifiée «into respectable research islands artificially maintained at public expense. Sophia-Antipolis (city of wisdom), near Nice, France, was designated a high-technology park. Heavily subsidized by the French government, it attracted Air France, several public institutes, and a few research laboratories of multinationals, but it never took off» (p. 119).
13. Comme on l'a vu au chapitre 5, Ottawa-Hull a le plus fort quotient de situation (parmi les grandes villes canadiennes) de scientifiques: 1,84 et aussi ce qui est surprenant, le plus fort quotient de situation en recherche industrielle: 5,25.

cependant en 1958 avec l'arrivée du laboratoire de Bell-Northern Research qui, plus tard, emploiera 2 800 personnes (Sweetman, 1982, p. 27). Bien entendu, le niveau de l'emploi varie avec la conjoncture. Tout comme aux États-Unis, c'est le niveau de la demande publique qui permet le lancement de beaucoup d'entreprises, mais, comme nous l'avons déjà expliqué, ne détermine pas toujours la localisation des entreprises[14]. C'est la décision unilatérale de Bell-Northern de déménager et de faire l'expansion de ses laboratoires à Ottawa (à partir de 1958) qui a lancé le complexe[15]. La demande de biens gouvernementaux fédéraux n'est donc pas intervenue de façon décisive[16]. De plus, contrairement aux cas américains vus précédemment, les universités locales, ainsi que les laboratoires de C.N.R.C. et de l'Énergie atomique du Canada, n'ont pas servi d'incubateurs[17]. Cela ne veut pas dire que d'autres ministères n'auraient pas servi d'incubateurs. En fait, «one third of Ottawa's technical entrepreneurs founded acom companies that emerged from the federal government ... (et) ... «another third of Ottawa's technical entrepreneurs were spin offs from Northern Telecom group of firms...» (Steed et Nichol, 1985, p. 16)[18]. Le reste des nouvelles entreprises de haute technologie provient d'entrepreneurs nés à l'étranger. Au total, le seul facteur surprenant dans le cas du complexe d'Ottawa-Hull est le rôle insignifiant des universités locales.

7.3 Conclusion

Dans ce chapitre sur les complexes scientifiques et technologiques, nous voulions voir si ce concept de regroupement des ressources ne permettait pas de compenser une éventuelle perte d'économies urbaines que certaines localisations impliqueraient. Il semble que non puisque les complexes scientifiques qui ont connu un succès indéniable étaient tous en périphérie de grandes agglomérations urbaines.

Par ailleurs, lorsque l'on examine en détail l'ensemble des facteurs explicatifs de la naissance et du succès de certains de ces complexes, on réalise que l'avènement simultané de l'ensemble de ces facteurs est étroitement corrélé aux avantages divers, aux services spécialisés et aux aménités qu'offrent les grands centres urbains. C'est

14. Par exemple, beaucoup d'entreprises, comme Marconi, qui ont des contrats de la défense canadienne se trouvent à Montréal
15. La demande des services des laboratoires de Bell-Northern vient surtout (mais pas exclusivement) de Bell Telephone.
16. Tout de même, l'accessibilité aux ministères fédéraux favorise Ottawa. En fait, la plupart des entreprises de haute technologie ont des liens directs ou indirects avec le gouvernement fédéral (Steed et De Genova, 1983, pp. 265 et 272).
17. Ils ont contribué cependant à créer un climat de haute technologie et ont favorisé la construction d'une infrastructure appropriée. Par incubateur, on entend une entreprise qui a employé pendant un certain temps une personne qui a plus tard essaimé pour fonder sa propre entreprise.
18. Ces chiffres sont tirés d'un échantillon de 82 nouvelles entreprises de haute technologie (Steed et Nichol, 1985, p. 12).

probablement pour n'avoir pas respecté ces contraintes de localisation qu'un nombre important de ces complexes dans divers pays industrialisés sont des échecs ou des demi-succès.

On pourrait donc difficilement voir la création de complexes scientifiques comme l'instrument privilégié de décentralisation de l'activité industrielle de R-D. En effet, cette approche ne semble pas devoir diminuer de façon importante les coûts qu'une telle décentralisation occasionne par la perte des économies urbaines.

8. Les avantages de la décentralisation de la recherche pour la région réceptrice d'activités de recherche

Dans les chapitres précédents, nous avons établi que la recherche, principalement la R-D industrielle, profite de rendements d'échelle importants et d'économies d'agglomération, particulièrement de celles produites par la grande urbanisation. Par conséquent, la décentralisation de cette activité serait inefficace, puisqu'elle occasionnerait des coûts supplémentaires considérables pour une même production scientifique et technique. Cependant, comme nous l'avons déjà dit, ce simple fait n'est pas suffisant pour rejeter la suggestion de décentralisation puisque notre modèle d'évaluation exige aussi qu'une mesure des avantages de la décentralisation soit confrontée à ses coûts. C'est ce que nous allons faire dans ce chapitre.

Les principaux avantages de la décentralisation de la recherche sont au nombre de trois: la modernisation de la structure industrielle locale, l'amélioration du capital humain et l'augmentation de l'activité économique due à l'effet multiplicateur. Ces avantages sont plus ou moins difficiles à quantifier. Nous allons débuter par celui qui a la plus grande notoriété: la modernisation de la structure industrielle locale.

8.1 L'effet de modernisation de la structure industrielle locale dû à la décentralisation de la recherche

Depuis quelques années, les gouvernements tentent, par la décentralisation des campus universitaires et de la R-D, de raviver les régions périphériques en voie de désindustrialisation ou non encore industrialisées. Implicitement, ces décideurs publics ont recours au modèle de modernisation industrielle suivant: la décentralisation de la recherche[1] se manifeste, dans l'économie locale, de trois façons:

i) La recherche a une capacité inductrice d'autres recherches ou d'autres activités économiques. Par exemple, elle peut engendrer des «spin-offs» et avoir un effet d'accélération sur les investissements.

1. Il faut noter encore une fois que nous discutons exclusivement de la R-D et non de l'impact des universités régionales. Par conséquent, notre analyse n'incorpore pas les effets de la simple transmission des connaissances sous forme de consultations, d'expertises, de formation, d'implication du personnel universitaire dans les organismes de développement local, etc. Nous reviendrons sur ces sujets au chapitre 9.

ii) La recherche a une capacité de support des activités économiques de la région. Selon cette variante, la recherche permet d'exploiter des potentiels locaux q i autrement ne l'auraient pas été parce qu'ils exigent la solution de problèmes technologiques qui n'intéressent pas les autres communautés scientifiques (par exemple, le problème de la nocivité de l'amiante)[2].

iii) La recherche peut aussi protéger des activités traditionnelles en aidant leur modernisation et contribuer, par les innovations, au redéploiement industriel[3].

Le modèle d'impact en question stipule aussi que les effets d'induction et de support de la recherche sont fonctions des caractéristiques du milieu local et de la stratégie de développement local.

8.1.1 Le milieu local conditionne l'impact de la recherche

Le rôle du milieu local dans le développement régional est le sujet de plusieurs appréciations allant de la primauté du milieu local comme «cause» du développement jusqu'à une vue diamétralement opposée: celle de l'entrepreneur schumpéterien. Le premier point de vue correspond à une vision «collective» sinon marxiste du développement, tandis que l'autre privilégie le rôle de l'individu. La persistance au cours des années de ces deux points de vue dans la littérature suggère que ceux-ci contribuent, peut-être simultanément, à l'explication du développement économique. Ainsi, dire que les caractéristiques[4] du milieu local influenceront l'impact de la recherche a du sens si on fait un parallèle avec le comportement des entreprises. Par exemple, le groupe de recherche d'Aydalot (1986) va jusqu'à dire que l'entreprise «est sécrétée par son environnement: ce sont les milieux qui entreprennent et qui innovent» (Ibid., p. 10). Cette proposition est intéressante à condition qu'elle n'aspire pas à couvrir exhaustivement toutes les modalités d'impact parce qu'en cette matière le déterminisme absolu n'existe pas. Il existe toujours une zone floue entre les caractéristiques du milieu objectivement mesurées et les innovations qui en émergent (Martin, A.R., 1983). Il y a donc place pour le jeu d'autres facteurs comme l'esprit

2. Et même là, il n'est pas dit que le problème doit être nécessairement réglé par une recherche locale. Pour reprendre le cas de l'amiante, ce problème est peut-être tellement complexe que seul un laboratoire d'une grande université pourrait le régler.
3. On ne peut cependant pas invoquer ici la nécessité d'une recherche locale sous prétexte qu'il existe un manque d'information ou des coûts élevés de communication pour avoir accès aux connaissances existantes puisqu'il ne s'agit pas de production de connaissances nouvelles. Cette dernière situation correspond plutôt à un problème de diffusion des innovations qui ne se règle pas efficacement par la décentralisation de la recherche. D'un autre côté, il faut prendre note que l'innovation locale ne requiert pas toujours de la recherche universitaire. Ainsi, dans le cas de la reconversion du Jura, Maillat et Vasserot (1986a, p. 244) ont trouvé que 75 % des entreprises innovatrices l'étaient pas imitation, 15 % par diversification et 10 % par bifurcation. Seule cette dernière sorte d'innovations est de haute technicité.
4. Les caractéristiques locales qui comptent sont: la structure industrielle, les ressources humaines et physiques disponibles, les infrastructures et le marché. Formellement, le milieu est «le système d'ensemble des éléments interreliés capables de fournir au candidat innovateur l'ensemble des intrants différenciés utiles à l'ensemble des étapes dont se compose son processus innovateur» (Planque, 1986, p. 303).

d'entrepreneurship [bien entendu, impondérable (Martin, F., 1986a)], la présence d'entreprises nationales et multinationales qui sont peu ou pas dépendantes du milieu (Planque, 1986, p. 304) et finalement pour des effets de synergie[5]. Que la synergie soit en partie spontanée comme dans le cas des grandes villes ou provoquée comme dans le cas de complexes scientifiques[6] (voir chapitre 7), ce sont les P.M.E. qui en ont le plus besoin[7].

L'approche qui concilie peut-être les deux points de vue consiste à dire qu'il s'agit de deux conditions *nécessaires* mais non suffisantes au développement. On peut donc (en se limitant pour le moment à un seul point de vue) accepter le fait que

5. L'effet de synergie consiste dans l'interaction entre différentes entreprises, services gouvernementaux et activités de recherche d'un milieu donné. Cette interaction consiste en achats, ventes d'intrants, échanges d'informations spéciales et rares ainsi que dans «la constitution d'alliances, de groupes de réflexion, d'organisations associant les divers acteurs socio-économiques unis dans le but de favoriser l'expression d'aspirations collectives pour le devenir de la région, la prise de conscience d'un défi à relever et la nécessité de mobiliser les ressources et les énergies locales pour élaborer des projets» (Peyrache, dans Aydalot, 1986, p. 209). Cette synergie peut exister dans les petites régions, mais elle est plus forte dans les métropoles. Il s'agit donc d'un concept recouvrant une partie de ce que, dans le passé, on a appelé économies externes urbaines. La différence entre les deux concepts est minime; elle consiste dans l'explicitation du rôle des corps intermédiaires. Ainsi, les auteurs français ont tendance à utiliser le terme «synergie» lorsqu'il est question de planifier l'interaction et d'appuyer sur l'aspect collectif de la production, sur le harnachement des solidarités locales et sur la mobilisation volontariste des ressources. Les auteurs américains, comme Lichtenberg (1960), ont décrit le même phénomène il y a 26 ans, mais en appuyant sur le caractère spontané et automatique du processus dans les grandes villes. Il faut reconnaître que toutes les grandes villes ne sont pas également pourvues d'organisations volontaires dynamiques et d'une presse compétente et alerte capable de former une image valable. Le Rapport Picard (1986) déplore justement que l'administration municipale de Montréal ait négligé le développement économique et que les corps intermédiaires locaux soient impotents et manquent de consensus.
6. La distinction entre les grandes villes et les complexes scientifiques ne porte pas ici à conséquence car, comme on l'a vu au chapitre 7, les complexes constituent un système où les relations interfirmes se renforcent mutuellement et ceux qui ont du succès sont à la périphérie immédiate des grandes villes. Il est vrai que Stöhr (Aydalot, 1986, p. 39) présente trois cas qui, de prime abord, semblent dissocier complexes innovateurs et grandes villes (les complexes innovateurs de Stöhr se trouvent dans des régions périphériques). Cependant, les cas en question sont spéciaux parce qu'ils ont une base sociologique particulière: le premier est basé sur le séparatisme (le Pays Basque en Espagne) accompagné d'un système bancaire inefficace; le deuxième est le produit des agissements des syndicats communistes autour de Milan (Sabel, 1982); – les deux premiers cas correspondent donc à des «*market failures*» – le troisième cas est issu de la société japonaise. Cependant, en y regardant de près, le cas japonais n'est pas à vrai dire une répudiation de la nécessité d'une masse critique de population car il s'agit d'une préfecture de 1,2 million d'habitants qui concentre, depuis longtemps, 40 % de toute la production japonaise de circuits intégrés. De plus, il a du sens dans un contexte japonais où la déconcentration des populations est une nécessité et où les distances sont courtes. À cette fin, le gouvernement japonais a établi des instituts de recherche industrielle appliquée en collaboration avec les entreprises et l'université locale (Stöhr, 1986 dans Aydalot, p. 47). Il faut noter qu'il s'agit d'une spécialisation de recherche dans un créneau particulier (les circuits intégrés) à partir d'une masse suffisante de population et où il y avait au préalable une forte concentration industrielle.
7. En effet, Litchenterg (1960) a montré que la grande ville est l'incubateur des petites entreprises. Il n'a cependant pas décrit le rôle des organisations volontaires qui constituent la dimension sociologique des économies urbaines.

l'impact de la R-D locale est d'autant plus important que le milieu local est réceptif et qu'il possède les caractéristiques «appropriées». Cela n'élimine pas le rôle nécessaire de l'entrepreneur (ou des sources d'innovations) car, de toute façon, ce dernier ne peut pas opérer dans un vacuum.

8.1.2 La stratégie de développement local conditionne-t-elle l'impact de la recherche?

Dans la mesure où le «milieu» joue un rôle dans l'impact local de la recherche, peut-on dire que la stratégie de développement poursuivie en joue un elle aussi? La réponse est non si l'on perse que le simple fait de déclarer que la région aura dans l'avenir une vocation de haute technologie va lui donner les caractéristiques nécessaires à cette vocation. Une telle stratégie de développement n'est pas toujours possible et même nécessaire. En effet, en dépit du langage que tiennent actuellement beaucoup de planificateurs de développement régional (la mode étant au développement par la haute technologie), ces énoncés de politiques industrielles sont superflues et parfois nuisibles.

Tout d'abord, exception faite du cas où la technologie requise est inexistante, c'est l'accès à l'innovation qui compte et non la génération sur place de la technologie (Martin, 1982). Or, il existe ordinairement des moyens efficaces et moins dispendieux que la décentralisation de la recherche pour diffuser les connaissances existantes. De plus, l'approche du développement par la haute technologie est difficile. En effet, malgré une forte pression en faveur des P.M.E. comme agents actifs de ce genre de développement, les études empiriques américaines et certaines études françaises démontrent que le développement par la haute technologie est, au début du processus, l'affaire de grandes entreprises[8]. Bien sûr, les P.M.E. deviennent numériquement prépondérantes si le processus de développement se continue, mais il s'agit d'un effet[9]. Au bout du compte, les régions périphériques sont souvent à la merci des grandes entreprises dont les centres de décisions sont dans les métropoles. C'est ainsi que les régions depuis longtemps très industrialisées sont momentanément le lieu de développement de produits nouveaux tant aux États-Unis (Rees, 1986, p. 160) qu'en France[10]. Il en est de même des vieilles usines qui adoptent plus rapidement que les autres les nouveaux procédés de fabrication (Ibid., p. 197 et Pottier, 1985, p. 61).

8. Sur ce sujet, Planque (1985b, p. 923) écrit que «contrairement à une légende tenace, ce ne sont pas principalement les petites entreprises nouvelles qui ont investi ... dans le nouveau créneau des semi-conducteurs ...». De même, Dorfman (1983, p. 310) reconnaît le rôle essentiel des grandes entreprises dans l'avènement de la Route 128. Enfin, Pottier (1985) rapporte que «Growth in high tech activities in less industrialized regions is mainly due to the location of large plants» (p. 67). Dans Rees (1986, pp. 152, 156, 168, 196 et 194), on trouve le même genre de constatations.
9. Il ne faut pas oublier que le rôle des P.M.E. dans le secteur de la haute technologie est un rôle complémentaire (temporaire ou permanent), toléré le plus souvent par les grandes entreprises qui ont la maîtrise technologique du secteur.
10. «The large regional capitals with an old and well-balanced industrial base continue to benefit from the close relationship between research, the tertiary sector and a solid fabric of manufacturing activities» (Pottier, 1985, p. 70).

Cela peut paraître paradoxal, mais il faut se souvenir que les vieilles usines doivent renouveler leurs équipements alors que les autres peuvent retarder cette décision puisque leur matériel est encore utilisable. De plus, les activités de recherche et les usines de produits de haute technologie ont des schémas différents de localisation: la fabrication est décentralisée tandis que la recherche ne l'est pas (Ibid., p. 168). De même, l'importance du secteur de la haute technologie est fortement exagérée (Rees, 1986, p. 79). En effet, la faible importance de ce secteur dans la production nationale ne peut permettre à toutes les régions de se développer à partir de ce même secteur (Wachter, 1986, p. 439).

En France, on a constaté qu'il n'y avait pas de relation étroite entre l'augmentation de l'emploi manufacturier de haute technologie par région et l'augmentation de l'emploi en recherche industrielle par région; cette constatation «... provides confirmation should it be needed, of the gap between manufacturing research and its transformation into productive activity and thence into employment» (Pottier, 1985, p. 62).

En somme, comme le développement par la haute technologie est un objectif que la plupart des régions périphériques ne peuvent atteindre[11], la poursuite de cet objectif par l'ensemble des régions ne peut résulter qu'en un gaspillage de fonds et d'efforts[12]. L'option légitime de développement pour toutes les régions, quelles qu'elles soient, est d'orienter les interventions de façon à devenir un endroit propice au développement économique en général incluant, si possible, le secteur de la haute technologie[13]. Les régions ne peuvent se développer que par leurs avantages absolus. C'est la valeur économique d'un projet qui compte et non son statut technologique; et rien ne démontre a priori qu'un projet de haute technologie est préférable à d'autres projets dans des secteurs plus traditionnels[14].

Bien entendu, le genre de technologie auquel on s'efforcera d'avoir accès, dans un effort général de développement, dépend du stade de développement auquel est parvenue la région. S'agit-il d'une région au stade de réindustrialisation ou de

---

11. À cause des nombreuses conditions à satisfaire. En aucun cas, on ne doit, par conséquent, essayer de planifier un complexe scientifique (voir les nombreuses exigences dans la section 2 du chapitre 7). D'ailleurs, comme on le verra plus bas, les vérifications empiriques confirment cette proposition.
12. «We must avoid relying on the mirage of local development initiated by the creation of research complexes despite the fact that this is a fashionable notion» (Pottier, 1985, p. 71).
13. Dans cette optique, il s'agit des interventions de base qui concernent les infrastructures, les lois régissant le travail, la qualité de la main-d'oeuvre, les aménités et le climat d'entrepreneurship. Par conséquent, l'impossibilité du développement par la technologie pour toutes les régions n'implique pas l'impossibilité du développement régional en général. Bien entendu, cela peut entraîner l'émigration de certains talents extraordinaires locaux, c'est le lot de tous les petits pays.
14. Voir l'exemple de Lowell Mass où on s'est aperçu que les entreprises de haute technologie paient des salaires inférieurs à ceux des entreprises du textile (Rees, 1986, p. 292). Dans l'exemple ci-dessus, nous envisageons l'aspect production par haute technologie par opposition à la production par des méthodes traditionnelles; ceci est différent du problème qui consisterait à favoriser un projet comportant la génération locale de la technologie versus un projet qui importe la technologie.

reconversion, ou bien à celui du passage d'une région-ressource à une région de transformation des ressources ou au tertiaire supérieur[15]? La distinction est utile car certaines régions (par exemple, l'Arc Jurassien en Suisse et la «Manufacturing Belt» aux États-Unis) se sont réindustrialisées en incorporant la haute technologie à l'ancienne structure industrielle. Par contre, Silicon Valley s'est directement industrialisée à l'aide de la haute technologie dans un secteur industriel complètement nouveau. Présumément, le rôle de la recherche est différent selon le stade de développement de la région périphérique.

8.1.3 Le développement régional par la haute technologie

Même si nous avons suggéré à la section précédente que la stratégie de développement par la haute technologie n'est pas nécessairement la meilleure option pour une région périphérique, l'argument peut bien ne pas être concluant pour ceux qui se réclament de l'approche des pôles de croissance. En effet, selon cette théorie de croissance régionale, ce qui compte ce n'est pas tellement les caractéristiques présentes d'un milieu, mais celles qui prévaudront éventuellement à la suite de la mise en marche du pôle, surtout s'il s'agit d'un pôle basé sur la haute technologie. Dans cette optique, la R-D devient le catalyseur sinon le moteur du développement. Jusque là, le raisonnement est plausible. Le problème vient du fait que le concept original de Perroux sur les pôles de croissance est maintenant remis en cause[16] et qu'on tente aujourd'hui de «moderniser»[17] ce concept sous la forme de technopôle ou de technopole[18]. La question est alors de savoir comment lance-t-on un technopôle ou

15. Pour la différence entre région-ressource, région de transformation et région de tertiaire supérieur, voir Conseil économique du Canada, 1977, chapitre 7.
16. Le concept de pôle de croissance qui a prévalu jusqu'à 1960 était basé sur les coûts élevés de transport et de rendements d'échelle qui favorisaient la concentration de la production dans l'espace. Perroux ajoute à cela le rôle d'une entreprise motrice qui sert de foyer à cette concentration. Mais avec la baisse des coûts de transport ainsi qu'avec les progrès des moyens de communications, les entreprises manufacturières deviennent «footloose». Elles se mettent alors à la recherche de main-d'oeuvre bon marché pour la partie «footloose» de leurs activités. C'est la fin du rôle explicatif de la théorie des pôles de croissance et le début de la division spatiale du travail (tant sur le plan national qu'international) où une partie des usines essaiment vers les régions périphériques (voir Sallez, 1983, et Wachter, 1986), le cycle du produit étant une partie intégrante de cette explication des migrations (voir Martin, 1982). Dans cette optique, les usines migrantes ne retransmettent plus la croissance. Cela s'accompagne aussi de la division fonctionnelle régionale du travail, là où le tertiaire industriel reste concentré (Bade, 1982, p. 492). Cette phase diminue d'intensité à partir de 1980 et on entre alors dans l'ère des aménités (urbaines ou de l'héliotropisme) et des gisements d'informations comme théorie explicative de localisation de l'activité économique de haute technologie.
17. Voir Wachter, 1986, p. 426.
18. Cette intéressante distinction entre technopôle et technopole vient de Savy (1986, p. 41). Un technopôle est un complexe (ou parc) scientifique capable d'une croissance soutenue à partir de son propre dynamisme, abstraction faite du milieu où il se trouve. La technopole est une grande ville dont une partie de la structure industrielle ainsi que certaines infrastructures sont orientées vers la haute technologie, y compris des activités de R-D. On est loin de la notion de pôle de croissance de Perroux basée sur la firme motrice. Il s'agit plutôt d'un écosystème (Planque, 1985b, p. 916), sans agent dominant, où la complexité du système est sa caractéristique principale (Savy, 1986, p. 41).

une technopole? Est-ce qu'un programme de R-D, en un lieu donné, peut déclencher ou du moins, de concert avec d'autres initiatives, contribuer à un tel processus? La réponse est négative si on envisage un technopôle, mais positive s'il s'agit d'une technopole. Les raisons que nous avons précédemment données reposent sur l'incapacité, en dehors des grandes villes, de satisfaire aux conditions minimales de l'émergence de complexes scientifiques, c'est-à-dire l'absence d'université prestigieuse, de synergie locale, de moyen de retenir la main-d'oeuvre spécialisée par des aménités urbaines, de moyen de maintenir la concurrence entre chercheurs et l'incapacité de constituer rapidement une masse critique.

L'argument théorique précédent est complété par une vérification empirique. Cette vérification, il faut l'admettre, n'est jamais facile parce qu'il existe peu de cas de décentralisation de recherche universitaire ou gouvernementale non accompagnée d'un ensemble d'autres mesures d'aide au développement local. Dès lors, il est difficile d'isoler ex post, dans la performance des régions, ce qui est exclusivement attribuable à la R-D locale décentralisée. En fait, le rôle et la contribution des établissements de recherche, dans la production régionale de technologie, sont controversés (Maillat et Vasserot, 1986b, p. 265) puisqu'on n'a pas réussi à établir, au niveau macroéconomique, une relation de cause à effet entre la recherche universitaire et gouvernementale et le développement local[19] (à part, bien entendu, l'effet du multiplicateur et surtout de l'accélérateur dont nous discuterons plus loin). Le problème est que la recherche (surtout celle qui est proprement universitaire) est ordinairement à long terme, de sorte que les conditions, toutes choses étant égales par ailleurs, sont difficiles à maintenir. De plus, si la recherche est de qualité, son effet est universel et non local. À la limite, elle n'a pas d'effet local perceptible.

Au niveau micro-économique, l'impact de la R-D sur la structure économique locale est cependant plus facilement mesurable. Il s'agit de l'induction de «spin-offs» et «d'acorns» qui témoignent des effets de modernisation de la structure économique locale. Pour certains, la génération de «spin-offs» et «d'acorns» est l'ultime test d'une politique de décentralisation de la R-D car il est toujours possible de couvrir les erreurs passées de décentralisation de laboratoires universitaires et gouvernementaux par une nouvelle ronde de décentralisations forcées. Dans ce cas, le milieu donne l'impression, par sa croissance imposée, d'être lancé dans un processus de développement auto-entretenu. Mais tant qu'il n'y a pas de «spin-offs» spontanés, ce n'est qu'une illusion.

Le spectre des effets sous forme de «spin-offs» s'étend de quelques nouvelles entreprises à une masse impressionnante d'entreprises comme dans le cas de Silicon Valley. Bien entendu, s'il suffisait de décentraliser un peu de R-D universitaire et gouvernementale pour déclencher un processus auto-entretenu (par les «spin-offs») de développement régional, les coûts d'opportunité mentionnés dans les sections précédentes seraient probablement largement compensés. Mais, empiriquement, cela

19. Pour appuyer ce point, on peut mentionner le cas de la Grande-Bretagne qui, jusqu'aux années 70, avait le plus haut taux de production per capita de Prix Nobel et d'articles scientifiques sans relation apparente avec le manque de prospérité économique du pays (Martin, 1982, p. 331-332, et Buswell, 1983, p. 10).

est peu probable dans le cas des régions périphériques peu peuplées ou ne possédant pas une ville moyenne de 400 000 habitants (voir Planque, 1982, p. 293). À ce sujet, les cas empiriques sont peu encourageants. Par exemple, Maillat et Vasserot (1986b) mentionnent des études en Allemagne et en Hollande qui montrent que les instituts de recherche n'ont pas d'impact local substantiel. Par contre, dans les régions à tradition industrielle (ce qui n'est pas le cas des régions périphériques du Québec), ils sont d'avis qu'un appareil scientifique local, capable de capter les informations et les technologies extérieures et de les diffuser localement, pourrait aider ces régions à effectuer les mutations technologiques nécessaires (Ibid., p. 265). D'un autre côté, un cas français de décentralisation de recherche est rapporté par Brocard (1981) dans les termes suivants: «(a) les laboratoires de recherche décentralisés en Bretagne n'ont pas eu d'effet d'entraînement sur d'autres laboratoires; (b) ils n'ont pratiquement jamais été un facteur de localisation de l'industrie électronique; (c) ils n'ont pas constitué de complexe scientifique et industriel doté d'une dynamique autonome» (Ibid., p. 67).[20] Quant au cas de Sophia-Antipolis, le mieux que l'on puisse dire en ce moment, c'est qu'il n'est pas concluant (Perrin, 1986). La conclusion est que «la fonction de recherche est en général faiblement inductrice localement d'autres activités» (Planque, 1982, p. 306).

Une autre façon de discuter du problème de l'impact de la R-D sur la structure industrielle est de faire appel à la notion technique de l'accélération. Bien entendu, ce concept couvre les effets de «spin-offs» et «d'acoms» déjà mentionnés, mais il va plus loin en envisageant à long terme l'impact des projets de R-D sur les investissements dans les autres secteurs industriels et la position concurrentielle d'une économie face à la concurrence internationale. L'exemple du Québec est riche d'enseignements sur le sujet. En effet, depuis 15 ans, le Québec et les autres pays soi-disant développés doivent restructurer continuellement leurs industries sous la pression de la concurrence internationale qui prend deux formes: i) l'internationalisation de la division du travail émergeant des pays nouvellement industrialisés: Corée, Brésil, etc. Ces pays livrent une concurrence féroce au Québec dans les secteurs industriels de basse technologie comme le textile, le vêtement, la chaussure, etc.; ii) la concurrence de pays comme les États-Unis, le Japon, l'U.R.S.S. dans des secteurs à haute technologie comme les équipements de transport, les appareils électriques incluant les instruments de communication, la machinerie et la chimie (pharmacie, biotechnologie), tous des secteurs où Montréal a déjà excellé. Or le Québec (et Montréal) est menacé de désindustrialisation dans ces domaines[21]. De plus, dans beaucoup de domaines, c'est par le progrès technologique (peu importe où il est généré) que les industries du Québec, à Montréal ou ailleurs en province, pourront défendre[22] leurs marchés locaux et internationaux. C'est ainsi qu'une baisse de la position technologique concurrentielle du Québec amène une baisse de l'emploi local provoquée par la baisse des exportations et l'augmentation des importations.

20. Sur le même sujet, Pottier (1985) rapporte que «décentralization of large research and production plants has not led to the formation of a genuinely diversified industrial fabric» (p. 68).
21. Pour voir comment Montréal s'en est tiré de 1971 à 1981, voir Martin (1986b).
22. Cela suppose qu'une partie de la R-D et l'introduction de nouvelles technologies devraient être aussi dirigées vers des secteurs traditionnels.

Dans cette perspective, en fonction de son utilité pour le Québec, qu'en est-il de l'effet différentiel d'accélération selon la localisation des projets de R-D? D'après des raisonnements que l'on a tenus aux chapitres 3, 7 et au début de la présente section, on ne peut pas, même dans les cas les plus favorables, supposer un output constant d'innovations, qu'il y ait décentralisation ou non. En effet, nous avons démontré, dans les sections précédentes, qu'une politique de décentralisation entraîne nécessairement une réduction des innovations à la suite de la réduction du rendement des inputs R-D. Or, une réduction des innovations se traduit, pour l'ensemble du Québec, par une diminution de sa position concurrentielle avec toutes les conséquences économiques qui en découlent.

Le Québec ne peut pas, dans les circonstances actuelles de concurrence internationale, prendre le risque d'un retard technologique.

8.1.4 Conclusion

Nous pouvons maintenant conclure sur l'effet de la décentralisation de la recherche sur la structure industrielle d'une région périphérique et sur la position concurrentielle du Québec en matière de technologie. La conclusion repose sur la comparaison entre l'effet de la R-D en métropole (région de Montréal) et l'effet des mêmes fonds consacrés à la R-D, mais dépensés dans diverses régions périphériques du Québec. Les sections 8.1.1 à 8.1.3 montrent que la concentration des activités de R-D dans une grande agglomération est économiquement préférable à la décentralisation régionale de telles activités puisque, d'une part, le rendement des mêmes inputs R-D, en termes d'output innovation, sera supérieur et que, d'autre part, les chances d'apparition d'un technopôle par décentralisation régionale de la R-D sont très faibles, pour ne pas dire inexistantes.

Enfin, quant à l'effet de support de la R-D, il y a peu d'arguments en faveur de sa décentralisation[23] si on s'en tient à la recherche universitaire proprement dite et non à l'offre d'expertise, qui, elle, peut être décentralisée.

8.2 L'amélioration du capital humain local

Dans certains milieux, on prétend que la venue de chercheurs universitaires et gouvernementaux dans une région périphérique devrait, à cause de leur niveau de scolarisation élevé, améliorer la composition des organismes communautaires, augmenter la demande locale de biens culturels, etc., en somme devenir le levain de la région[24]. On peut même supposer que l'effet marginal des chercheurs sur la qualité du

23. On peut toujours trouver quelques anecdotes en faveur de cette décentralisation, mais elles négligent ordinairement les approches alternatives pour remplir la même fonction à meilleurs coûts.

24. Ce facteur peut devenir, dans certains cas, contre-productif dans le sens que ces gens peuvent inciter la population locale à revendiquer des transferts interrégionaux substantiels de revenus.

capital humain est plus grand en région périphérique qu'en métropole[25]. Cependant, cet apport marginal peut être facilement surévalué. Tout d'abord, contrairement à ce qu'on peut croire, toutes les villes du Québec et de l'Ontario, petites ou grandes, périphériques ou non, possèdent déjà un stock de spécialistes des sciences naturelles, des mathématiques et du génie[26] représentant une proportion relativement constante de leur population respective.

Le tableau 30 nous fournit des données sur 23 villes de toutes dimensions du Québec et de l'Ontario. Cet échantillon de villes est assez représentatif de la situation canadienne puisque 73 % de toute l'activité de R-D du pays s'y déroule. La colonne 3 de ce tableau montre que la proportion de main-d'oeuvre hautement qualifiée oscille autour de 4 % de la main-d'oeuvre totale des villes et qu'il ne semble pas y avoir de relation systématique entre la dimension de la main-d'oeuvre totale et le pourcentage que représente la main-d'oeuvre hautement qualifiée.

Pour confirmer cette impression, nous avons estimé, à l'aide des données du tableau 30, deux équations de régressions.

La première se présente comme suit:

$$MOS_i = \underset{(-0,240)}{-149,53} + \underset{(30,62)}{0,0399\ MOT_i}$$

$$R^2 = 0,98$$

où MOS_i = la main-d'oeuvre hautement qualifiée[27] de la ville i;
MOT_i = la main-d'oeuvre totale de la ville i.

Le terme constant n'étant pas significativement différent de zéro, nous avons une relation linéaire passant par l'origine avec une pente égale à 0,0399. Le coefficient de MOT_i est statistiquement significatif. Par ailleurs, comme nous l'indique le coefficient de détermination (R^2), la dispersion des points autour de cette ligne de régression est relativement faible.

Pour nous assurer qu'il n'y avait vraiment pas un effet de dimension, nous avons ajouté à l'équation précédente la main-d'oeuvre totale au carré comme variable explicative de la main-d'oeuvre hautement qualifiée d'une ville.

25. Il n'existe pas, dans les études publiées, de quantification précise de cet effet. En général, on s'accorde à dire que ...«the possession of R-D firms and their attendant personnel by a region can have a multiplier effect of a different economic and social kind, helping to leaven the social organization of an area. But such benefits are likely to be limited and, if the supporting infrastructures do not exist or are altered in some way, short-lived» (Buswell, 1983, p. 17).
26. Nous nous limitons à cette catégorie de professions parce que la R-D, dont nous discutons l'impact, ne touche que cette catégorie. Les spécialistes des sciences sociales et autres professionnels ne sont pas en cause ici.
27. Dans les secteurs des sciences naturelles, mathématiques et d'ingénierie.

Tableau 30: Distribution urbaine de la main-d'oeuvre scientifique (sciences naturelles, ingénieurs, mathématiciens) au Québec et en Ontario, 1981

	Main-d'oeuvre totale[1] (MOT_i)	Main-d'oeuvre scientifique[2] (MOS_i)	$\frac{MOS_i}{MOT_i}$	Q.S.
Toronto	1 578 565	71 020	0,0423	1,2699
Montréal	1 428 705	50 170	0,0351	1,0540
Ottawa	368 170	23 740	0,0615	1,8479
Québec	280 960	12 545	0,0447	
Hamilton	278 740	9 850	0,0353	
Ste-Catherine	148 850	4 845	0,0325	
London	152 480	4 325	0,0284	
Sarnia	41 705	2 895	0,0694	
Windsor	116 285	2 655	0,0228	
Kingston	58 760	2 195	0,0374	
Chicoutimi	57 680	2 120	0,0367	
Sudbury	68 810	2 065	0,0300	
Guelph	41 660	1 655	0,0397	
Sherbrooke	57 090	1 495	0,0262	
Trois-Rivières	50 845	1 345	0,0265	
Rimouski	18 300	790	0,0432	
Shawinigan	27 080	605	0,0223	
Cornwall	24 835	590	0,0238	
St-Jean	30 250	585	0,0193	
Rouyn	13 645	570	0,0418	
Granby	22 780	510	0,0224	
Drummondville	25 520	495	0,0186	
St-Hyacinthe	23 265	490	0,0211	
Canada	—	**401 465**	—	

Sources: 1. *Recensement du Canada*, 1981, nos 93961, 93965, 93966.
2. Calculs des auteurs.
n = 23.
Q.S. = quotient de situation calculé en prenant comme numérateur MOS_i sur MOT_i Canada et comme dénominateur la population de la ville sur la population du Canada.

L'estimation de cette nouvelle équation a donné les résultats suivants:

$$MOS_i = -410{,}93 + 0{,}0434\ MOT_i - 0{,}00000002\ MOT_i^2$$
$$\quad (-0{,}505) \quad (6{,}354) \quad\quad (-0{,}515)$$

$$R^2 = 0{,}98$$

Seul le coefficient de MOT_i^2 est statistiquement significatif et l'hypothèse selon laquelle la proportion de main-d'oeuvre hautement qualifiée[28] d'une ville croîtrait avec la dimension de la main-d'oeuvre totale n'est pas appuyée par nos résultats puisque le coefficient de MOT_i n'est pas statistiquement différent de zéro.

Les résultats de nos deux régressions confirment donc la première impression que nous avait donnée le tableau 30, à savoir qu'il n'y a de relation ni positive ni négative entre la dimension de la main-d'oeuvre d'une ville et la proportion hautement qualifiée[29] de cette main-d'oeuvre. La norme serait que la main-d'oeuvre hautement qualifiée constitue généralement quelque 4 % de la main-d'oeuvre totale d'une ville.

Par conséquent, il serait surprenant que l'arrivée de quelques scientifiques additionnels se consacrant à la R-D en région périphérique entraîne la création d'une nouvelle classe sociale dans la région, même si ce nouvel apport de ressources humaines améliore l'image de la région. De plus, comme on le constate dans la pratique de la médecine spécialisée au Québec, des personnes forcées de s'établir dans les régions périphériques s'impliquent peu dans la vie sociale locale parce qu'elles quittent ordinairement la région après quelques années de séjour seulement. C'est ce qui arrive probablement aux meilleurs chercheurs universitaires qui s'installent initialement dans des régions s'il n'y a pas de postes dans les universités des grandes agglomérations urbaines et qui migrent vers ces dernières aussitôt que leur qualité de chercheur a été confirmée et qu'un poste est disponible.

Le passage des chercheurs en région périphérique, fût-il bref, constitue néanmoins un avantage même s'il est très mince[30].

8.3 L'effet multiplicateur direct et indirect de la R-D

L'effet multiplicateur est essentiellement un processus de démultiplication de l'activité économique provenant de la redépense de sommes initialement consacrées à un projet à l'intérieur d'un circuit économique déterminé. Lorsque cet effet de

28. Idem.
29. Idem.
30. L'avantage consiste dans l'augmentation de la productivité de la région due à une demande de biens plus raffinés venant des nouveaux arrivants. Il se calcule par la différence entre l'impact des chercheurs en région périphérique et leur impact en métropole. L'avantage est mince parce que, comme nous l'avons déjà dit, il existe déjà (au Québec), dans les régions périphériques, un nombre de scientifiques constituant une proportion relativement semblable de la population locale.

démultiplication est transformé en emplois nouveaux créés, on parle de multiplicateur d'emplois. Cet effet est limité par les fuites hors du circuit qui se produisent au moment de la dépense des sommes consacrées au projet et de celles dépensées par les premiers bénéficiaires du projet et ceux qui suivent[31]. Ainsi, la mise en marche d'un centre de recherche dans une région déterminée entraîne le paiement de salaires et l'achat de divers inputs. Une première fuite se produira si plusieurs des inputs doivent être achetés à l'extérieur du circuit où se développe l'effet multiplicateur. Une deuxième fuite se produira lorsque les salaires versés seront dépensés si une partie des biens et services acquis le sont en dehors du circuit et ainsi de suite.

Évidemment, les fuites sont fort différentes selon le circuit où se développe l'effet multiplicateur. Généralement, plus une région géographique est grande et dense du point de vue économique, moins les fuites en dehors de la région seront importantes et plus l'effet multiplicateur sera élevé. C'est pourquoi d'ailleurs, dans le cas du Québec, on trouvera toujours un effet multiplicateur plus grand pour la province que pour les diverses régions qui la composent. De même, l'effet multiplicateur sera plus important pour la région de Montréal fortement industrialisée que pour les autres régions du Québec. Parmi ces dernières, certaines régions, à la frontière d'autres provinces, verront leur économie partiellement intégrée à celle de cette autre province, entraînant ainsi des fuites très considérables et un multiplicateur faible. D'autres régions, tout en n'étant pas frontalières, pourront acquérir une partie importante des services spécialisés d'informatique, de télécommunications, de finances, etc., non seulement à l'extérieur de leur région, mais aussi à l'extérieur du Québec. Ces services seront fournis par Toronto plutôt que par Montréal. Comme dans le cas de régions frontalières, les fuites, dans ce cas-ci, non seulement réduiront le multiplicateur local, mais aussi le multiplicateur pour l'ensemble du Québec.

On ne peut toutefois se limiter à un multiplicateur d'emplois pour justifier un projet, puisque ce serait confondre l'impact économique avec le gain social d'un projet. En effet, lors de la réalisation d'un projet, deux situations sont possibles: celle du plein emploi de la main-d'oeuvre et celle où prévaut un certain chômage. En l'absence de chômage, le gain social rattaché à l'effet multiplicateur est nul. On ne peut augmenter le produit d'une économie qui utilise déjà toutes ses ressources efficacement. S'il y a chômage, l'avantage social correspond seulement à la différence entre la masse salariale et le prix de référence de la main-d'oeuvre[32]. On réalise donc, qu'en l'absence de mobilité interrégionale parfaite de la main-d'oeuvre, l'impact social du multiplicateur variera d'une région à l'autre. Et plus un projet permettra de donner

31. Le Bureau de la statistique du Québec (B.S.Q.) distingue, dans le multiplicateur, les effets directs (emplois qui touchent le projet lui-même) des effets indirects (emplois des fournisseurs du projet).

32. Le coût social de la main-d'oeuvre se définit par son coût d'opportunité sociale, c'est-à-dire la valeur sociale de la production de la main-d'oeuvre dans des usages alternatifs du projet à réaliser. Dans le cas de plein emploi, le coût d'opportunité d'une unité de main-d'oeuvre correspond à son salaire nominal qui, grosso modo, correspond à la valeur de la production marginale. Dans le cas de sous-emploi partiel, le coût d'opportunité du travail est inférieur aux salaires qui seraient payés dans le projet à réaliser car la société ne perd que la production intermittente du travailleur dans des activités alternatives (Martin, 1986a, p. 23).

des emplois aux chômeurs, plus le gain social du projet sera élevé. Dans ce cas, un projet dans une région périphérique à haut chômage serait plus souhaitable[33] qu'un projet dans la métropole à bas chômage, puisque le coût social moyen de la main-d'oeuvre serait plus bas dans la région périphérique[34].

En somme, l'effet social local d'un projet selon sa localisation est donc le produit de l'effet multiplicateur dans la région, modifié par son gain social dû au chômage local. Soit m_m, le multiplicateur local d'emplois du projet en métropole, et m_p, le multiplicateur local en périphérie. Nous avons déjà vu que $m_m > m_p$. Soit c_m, le coût social de la main-d'oeuvre du projet en métropole (c_m est une fraction du coût nominal de la main-d'oeuvre et est fonction du taux de chômage local), et c_p, le coût social de la main-d'oeuvre en périphérie. Nous supposons que $c_m > c_p$, car le taux de chômage est ordinairement plus élevé en périphérie. Le gain social du projet (par unité d'emploi direct du projet) en métropole comparé au gain social en périphérie est comme suit:

$$m_m\ (1-c_m) \gtrless m_p\ (1-c_p).$$

Comme l'équation repose sur des paramètres pouvant prendre diverses valeurs, on ne peut, a priori, dire que la valeur sociale du multiplicateur local est supérieure en métropole en comparaison avec une région périphérique.

Pour fin d'illustration, si on suppose que $m_m = 1{,}80$, $m_p = 1{,}30$, $c_p = 0{,}7$ et $c_m = 0{,}8$, toutes choses étant égales, un projet localisé en région aura un avantage de 0,03[35] sur le même projet réalisé en métropole si on se limite à une comparaison des effets intra-régionaux du multiplicateur[36]. Cependant, le 0,03 n'est pas un gain social net au niveau du Québec. Un projet de décentralisation, comme celui de la R-D, coûte en effet plus cher à faire fonctionner en périphérie puisque certaines personnes-clés doivent recevoir une prime d'éloignement et que l'on doit défrayer des coûts de transport souvent considérables pour amener sur les lieux les inputs et le matériel nécessaires au fonctionnement du centre de recherche, ainsi que des quantités accrues de biens de consommation pour le nouveau personnel et les habitants de la région qui bénéficient de l'effet multiplicateur local[37].

33. Si on a comme objectif d'aider les régions selon un ordre de priorité basé sur le taux de chômage local.
34. C'est ce que dit le sens commun et les nombreuses études sur le coût social des projets en périphérie. Il faut cependant se rappeler que le coût social de la main-d'oeuvre est sous-estimé en région périphérique à cause de la présence de mesures sociales, comme l'assurance-chômage et les paiements d'assistance sociale, qui permettent aux chômeurs de prolonger leurs périodes de chômage. Pour un développement de cette idée, voir Martin (à paraître).
35. Il s'agit du 3/100 de la masse salariale directe du projet. Il vient de: (1,8) (0,20) – (1,3) (0,30) = –0,03.
36. Il faut noter cependant que, pour créer une quantité fixe d'emplois locaux, les projets doivent être plus gros en périphérie qu'en métropole.
37. C'est d'ailleurs la base des revendications budgétaires des universités de la périphérie et des exigences des primes d'éloignement pour des professionnels qui doivent s'y établir. Ces derniers sont des consommateurs de biens métropolitains.

Ces coûts additionnels de transport et de communication pour les biens, les services et les personnes résultent précisément de l'absence en périphérie des économies et des aménités de la grande urbanisation; il s'agit de coûts[38] que doit encourir la société pour le fonctionnement du multiplicateur des activités décentralisées en périphérie.

Il est difficile d'établir l'importance de ces coûts additionnels de transport et de communication pour le fonctionnement des entreprises en périphérie. On peut cependant connaître certaines limites (supérieures ou inférieures) de ces coûts. La limite supérieure est tout simplement égale à la subvention maximum qu'un gouvernement est prêt à donner pour qu'un projet se localise en région. Cette subvention maximale est égale à $c_n(1-c_p)$[39]. Cette subvention est censée compenser les coûts additionnels d'opération que l'entreprise subit (sur une base de valeurs actualisées) en s'établissant en périphérie. Dans une entreprise manufacturière où la main-d'oeuvre compte pour 25 % des coûts totaux, cela peut représenter une subvention d'environ 7,5 % des coûts annuels d'opération[40]. Les entreprises pour lesquelles les coûts supplémentaires d'opération en périphérie sont supérieurs à ce pourcentage ne sont pas décentralisables. Par contre, il peut y avoir des cas où les coûts supplémentaires de décentralisation sont inférieurs à cette norme. Le ministère qui subventionne l'entreprise doit alors négocier avec l'entreprise afin de ne pas lui permettre des profits extraordinaires.

Un autre indice des coûts additionnels d'une localisation en périphérie serait les primes à donner aux chercheurs et autres personnes-clés[41]. Si on se fie à l'exemple de la médecine, son personnel exige au moins 30 % de plus qu'en métropole pour exercer en périphérie. Ce 30 % est une compensation, dans le cas de la médecine, pour des conditions de travail différentes; insuffisance d'instruments d'investigation disponibles et profils de carrière moins intéressants qu'en métropole. La prime est aussi nécessaire pour compenser la perte d'aménités urbaines (accès à certains biens propres aux grandes villes), la nécessité de se séparer des enfants lors des études supérieures, l'absence d'occasions d'emplois pour le conjoint, etc. En fait, le modèle de décision de la main-d'oeuvre scientifique quant à sa localisation est celui-ci: le chercheur est indifférent entre une localisation en périphérie et en métropole lorsque:

38. À condition que l'on n'ait pas atteint en métropole une dimension telle que toute nouvelle activité économique engendre plus de déséconomie urbaine que d'économie urbaine, c'est-à-dire que la ville soit trop grosse; ce qui n'est pas encore le cas de Montréal.
39. En négligeant d'autres externalités positives et négatives, c_n = coût nominal de la main-d'oeuvre.
40. Les coûts sociaux annuels d'opération en pourcentage sont de 0,75 (pour les autres inputs) + 0,25 (pour la main-d'oeuvre) (0,70) = 92,5. 100 – 92,5 = 7,5 %. Nous supposons ici que le prix de référence des autres inputs est égal à leur prix nominal. Ces chiffres sont basés sur des études empiriques faites par Martin (voir la liste à la page 169).
41. Notre exemple ne s'applique pas aux cas spéciaux comme les ingénieurs forestiers, des mines ou aux prospecteurs, etc. que la nature de leur travail, librement choisie, amène en périphérie.

$$\text{salaire en périphérie} = \text{salaire en métropole} + \left[\begin{array}{l}\text{valeurs des aménités urbaines} \\ + \text{qualité de l'activité profes-} \\ \text{sionnelle et avantages pour} \\ \text{la carrière future}\end{array}\right]$$

Ainsi, en périphérie, ou bien la main-d'oeuvre scientifique est plus coûteuse, ou bien, si les salaires sont fixes, les chercheurs sont de moindre qualité[42]. Par conséquent, à qualité égale, les salaires des chercheurs sont plus élevés en périphérie qu'en métropole. Une partie de la différence entre ces salaires représente le coût social (sous forme d'aménités urbaines perdues) de la décentralisation des chercheurs.

Il faut aussi compter le coût additionnel pour fournir des services publics (éducation, santé) aux régions périphériques. En effet, à cause de la perte d'économie de dimension résultant des faibles populations, il est plus coûteux par étudiant ou par malade de fournir des services comparables à ceux de la métropole[43].

Dans la simulation que nous ferons à ce sujet plus loin (voir tableau 31, p. 170), nous utiliserons un coût supplémentaire d'opération et de perte d'aménités équivalant à 5 % de la masse salariale pour tenir compte de ces coûts de transports discutés antérieurement[44].

Finalement, les mesures du gain social du multiplicateur local ne tiennent compte que des impacts à l'intérieur de chacune des régions en cause. Comme notre fonction d'utilité est provinciale, il faut tenir compte des effets multiplicateurs et des taux de chômage en dehors des régions, c'est-à-dire, faire les calculs à la grandeur de la province[45].

Nous pouvons résumer cette section comme suit:

i) La question n'est pas de savoir si la recherche en région périphérique a des retombées économiques (un effet multiplicateur), puisque c'est l'effet différentiel entre les régions qui compte, du point de vue de l'établissement d'un ordre quant à l'effet local du multiplicateur. Au niveau provincial, il n'y a pas de différence dans le multiplicateur si on néglige certains cas frontières en ce qui a trait à la décentralisation des activités économiques.

42. À part le fait que la productivité du chercheur est aussi inférieure en périphérie à cause de l'absence d'économies de dimension et d'agglomération urbaine dans la production de la R-D.
43. Comme nous raisonnons en longue période, il n'existe pas d'excès de capacité ni en périphérie ni en métropole. Chaque nouvel arrivant en périphérie ou en métropole requiert son quota d'équipement et de services publics.
44. Notre approche s'accorde avec celle de Boadway et Flatters (1981) qui ont étudié un problème semblable à l'échelle du Canada et qui sont aussi arrivés à la conclusion qu'en région périphérique, «the opportunity cost of creating a job always exceeds the market wage» (Ibid., p. 71).
45. C'est ce que nous ferons plus loin pour un projet de R-D. Les résultats de cette simulation se trouvent au tableau 31, p. 172. Dans ce cas particulier, nous pouvons évaluer le gain social lié au multiplicateur à la grandeur de la province, pour un projet réalisé dans une région particulière.

ii) En situation de plein emploi, le multiplicateur ne joue aucun rôle dans la valeur sociale des projets.

iii) En situation de taux de chômage plus élevé en région périphérique qu'en métropole et d'une certaine immobilité de la main-d'oeuvre, il peut y avoir un gain social brut à décentraliser certaines activités économiques.

iv) De ce gain social brut, il faut toutefois soustraire les coûts additionnels de transport et de communication encourus pour amener en région les inputs nécessaires au fonctionnement des institutions et entreprises. Il faut aussi soustraire les pertes d'aménités urbaines des chercheurs et des professionnels qui font partie de l'effet multiplicateur.

v) On doit aussi soustraire les coûts additionnels de certains services publics.

vi) Enfin, il faut tenir compte des effets multiplicateurs à la grandeur de la province.

8.4 La perspective temporelle

On pourrait objecter que le résultat serait négatif dans le cas d'un projet de décentralisation de la R-D parce que l'on a négligé les effets cumulatifs produits par le passage du temps. On pourrait aussi souligner que, si on ne fait jamais d'investissements massifs dans une région, elle restera toujours petite et improductive. Ce raisonnement pourrait, dans certains cas exceptionnels, être valable mais à une condition irréaliste: la société n'aurait pas de préférence pour le présent. En fait, le taux social et les flux des avantages[46] et des coûts, favorisent la centralisation de la R–D en métropole, car c'est là que les avantages prennent le moins de temps à se matérialiser. Or, dans le cas d'un taux d'escompte social élevé (celui qui est utilisé au Canada), un projet dont les flux d'avantages et de coûts sont concentrés dans les premières années a toujours mathématiquement une valeur actualisée nette plus élevée qu'un projet semblable où le flux des avantages est concentré à la fin de l'horizon temporel.

8.5 Une illustration de l'analyse antérieure

Dans les sections précédentes, nous avons établi la façon d'évaluer les avantages et les coûts de la décentralisation de la recherche. Nous pouvons maintenant appliquer cette technique à un cas pratique.

46. Cela inclut les avantages du cumul de l'apprentissage dans les jeunes laboratoires de la périphérie.

Le cas hypothétique envisagé est celui de la décentralisation de la R-D en électronique, ou en pharmacie-biotechnologie, ou en pâtes et papier vers une ville du Québec de moins de 200 000 habitants située à environ 500 kilomètres de Montréal. Il y aurait dans cette ville une université régionale.

Pour faire le calcul économique, il faut fournir des ordres de grandeur aux impacts des diverses variables comme, par exemple, les économies de dimension et d'agglomération ainsi que celles qui ont trait aux avantages. Comme le Québec n'est pas essentiellement différent du reste de l'Amérique du Nord, la décentralisation de la R-D amènerait, selon les sections précédentes, des pertes d'importance moyenne en économies d'échelle et des pertes considérables en économies urbaines. Il faut noter que cet énoncé ne dit pas que le développement des universités et celui de la recherche est impossible en régions périphériques. Si on ne regarde pas à la dépense, beaucoup de choses sont possibles. De plus, en association avec les laboratoires du centre, certaines phases d'une recherche sur les ressources naturelles peuvent, avec profit, être faites localement (voir aussi la remarque de Planque, 1982, p. 295). C'est le cas de la recherche forestière et des pâtes et papiers. Cependant, on ne peut pas supposer qu'à cause de la possibilité de contacts intra-organisationnels, les grandes entreprises pourraient affranchir leurs laboratoires de la dépendance des économies des grandes villes et, par conséquent, les localiser en périphérie (Ibid., p. 295). Si cette possibilité était viable, nous n'aurions pas trouvé, dans les chapitres 3 et 7, que c'est justement la recherche privée industrielle qui est la plus tournée vers les grandes villes.

Pour ce qui est de la mesure des avantages du projet de décentralisation, les sections précédentes de ce chapitre sur le multiplicateur et sur l'accélérateur montrent que, pour fins de calcul économique social au niveau provincial[47], seule une simulation permet de produire des résultats intéressants. Dans le cas du Québec, notre simulation utilise les paramètres et hypothèses suivants[48]:

— $m_q = 2{,}0$ (le multiplicateur à la grandeur de la province)

— $m_m = 1{,}8$ (le multiplicateur à l'intérieur de la région métropolitaine)

— $m_p = 1{,}3$ (le multiplicateur à l'intérieur d'une région périphérique)

47. Là où l'ensemble des effets du multiplicateur intra et extra régionaux sont pris en considération.

48. Ces paramètres et hypothèses sont adaptés et tirés d'études empiriques faites par l'un des auteurs:
i) *Projet Rexfor-Soucy: Usine de papier journal à Matane. Une évaluation économique*, 8 novembre 1982, miméo, MEER, Montréal, 99 pages.
ii) *Impact sur l'économie québécoise d'une augmentation de trafic maritime sur le système des Grands Lacs/Saint-Laurent (à l'aide du modèle intersectoriel du B.S.Q.)*, juillet 1983, Conseil exécutif, Gouvernement du Québec, 77 pages.
iii) *Socio-Economic Impact and Cost-Benefit Analysis of the Modernization of the Horne Smelter in Noranda, Quebec (through the construction of an Acid Plant)*, mai 1984, MEER, Montréal, 72 pages.
iv) *Études avantages-coûts. Pénétration du gaz naturel au Québec. Projet Trans Canada Pipelines*, août 1979, 74 pages (en collaboration avec M. Dagenais).

— $c_m = 0,8$ (proportion du coût nominal de la main-d'oeuvre qui représente le coût social du travail en métropole)

— $c_p = 0,7$ (proportion du coût nominal de la main-d'oeuvre qui représente le coût social du travail en région périphérique)

— Lorsqu'un projet est en région périphérique, le coût social du travail pour le reste de la province est égal à 0,8 en raison de la prépondérance de Montréal.

— Les chercheurs et techniciens importés dans une région périphérique ont un coût social de main-d'oeuvre égal au salaire nominal[49]. Il en est de même des chercheurs de la région dont la qualité leur permettrait d'émigrer[50].

— Le personnel scientifique représente 40 % des effectifs (à un salaire moyen de 30 000 $ en périphérie, ce qui équivaut à 28 000 $ en métropole: un chiffre arbitraire mais non exagéré).

— Le personnel de soutien représente 60 % des effectifs (à un salaire moyen de 15 000 $). Nous supposons que le personnel de soutien est autochtone et ne souffre pas de la perte d'aménités urbaines métropolitaines.

— Les inputs matériels et autres de la main-d'oeuvre représentent 50 % des coûts d'opération des entreprises de R-D[51]. La moitié de ces inputs est disponible à Montréal et l'autre moitié est importée de l'extérieur du Québec. L'avantage d'une localisation à Montréal ne concerne donc que la moitié des inputs (autres que la main-d'oeuvre).

— Les coûts additionnels de transport et de communication s'appliquant aux inputs des entreprises et aux biens et services requis par la population en région périphérique sont de 5 % de la masse salariale.

— Le projet hypothétique de R-D, qui est le sujet de la simulation, comprend 100 employés.

Le tableau 31 explicite les calculs qui comparent le coût social du projet en métropole à celui en périphérie.

49. Cette main-d'oeuvre a des alternatives. De plus, à qualité égale, un chercheur reçoit un salaire inférieur et occasionne un coût moins élevé à la société en métropole qu'en périphérie. En équilibre, le salaire métropolitain + la valeur des aménités urbaines = salaire en périphérie.

50. Cela veut dire qu'il y a un coût social à garder, dans une région périphérique, une main-d'oeuvre qui pourrait aussi travailler dans la région métropolitaine (voir l'équation de Jenkins et Kuo, 1978, p. 224).

51. La proportion est ordinairement différente dans les entreprises manufacturières.

Tableau 31: Comparaisons entre le coût social de la R-D en métropole et celui en région périphérique incluant l'effet du multiplicateur

	Taux salaire nominal	Masse salariale	Facteur de conversion c/nominal	Coût social	Total
Localisation dans région de Montréal (100 employés)					
– Main-d'oeuvre directe:					
40 chercheurs	28 000	1 120 000	1,0	1 120 000	
60 employés de soutien	15 000	900 000	0,8	720 000	
		2 020 000		1 840 000	1 840 000
– Effet multiplicateur[1]:					
100 x 0,8 = 80 emplois	15 000	1 200 000	0,8	960 000	
100 x 0,2 = 20 emplois	15 000	300 000	0,7	210 000	
1,0		1 500 000		1 170 000	1 170 000
					3 010 000
Localisation en région périphérique					
– Main-d'oeuvre directe:					
40 chercheurs	30 000	1 200 000	1,0	1 200 000	
60 employés de soutien	15 000	900 000	0,7	630 000	
		2 100 000		1 830 000	1 830 000
– Effet multiplicateur:					
100 x 0,3 = 30 emplois	15 000	450 000	0,7	315 000	
100 x 0,7 = 70 emplois	15 000	1 050 000	0,8	840 000	
		1 500 000		1 155 000	1 155 000
					2 985 000
– Plus coûts additionnels (transports, communications, etc.)[2]:					
• sur inputs (autres que m.d.)		2 100 000	x (0,5)(0,05) =	52 500	
• sur multiplicateur local		450 000	x (0,05) =	22 500	
				75 000	75 000
					3 060 000

1. Au sujet de l'effet multiplicateur, il s'agit des emplois créés par cet effet en sus des emplois directs du projet. Par exemple, si le multiplicateur de la métropole est de 1,8, 0,8 emploi indirect et induit sera créé en métropole pour chaque emploi direct. Comme le multiplicateur provincial est de 2,0, il y aura aussi 0,2 emploi créé dans le reste de la province pour cet effet multiplicateur. Comme nous ne connaissons pas la nature de ces emplois, nous avons choisi une valeur plutôt basse pour ne pas surestimer les effets.
2. Les coûts additionnels de transport et de communication à partir des régions périphériques s'appliquent autant aux inputs (à part la main-d'oeuvre de la R-D qu'aux biens et services (utilisés localement) couverts par le multiplicateur local. Par exemple, l'effet multiplicateur local en région périphérique est de 450 000 $, auquel on applique une surcharge de 5 %, soit 22 500 $.

La simulation du tableau 31 représente plus que l'effet multiplicateur. Par exemple, la différence entre les coûts sociaux des chercheurs du projet (1 120 000 – 1 200 000) est une mesure des aménités urbaines de la métropole. Cet item ne fait donc pas partie de l'effet multiplicateur en région périphérique, mais explicite le raisonnement de la section 2 du chapitre 3. Il en est de même du montant de 52 500 $ (coûts additionnels sur inputs disponibles à Montréal). Ces coûts sont aussi une expression des économies urbaines métropolitaines.

Pour prononcer un jugement en ce qui a trait au multiplicateur, il faut par conséquent ne retenir du tableau 31 que les sections sur le multiplicateur, soit un coût social de 1 170 000 en métropole et de 1 155 000 + 22 500 $ en périphérie.

La simulation précédente, restreinte à une activité de R-D, montre donc qu'au total, en termes de calcul économique social, il n'y a pas d'avantage à décentraliser la R-D si on se limite à l'effet multiplicateur. Pour ce qui est de l'effet d'accélération ou des effets sur la structure industrielle discutés auparavant, nous avons montré que le différentiel d'impact sur la structure industrielle locale serait négatif puisque les régions éloignées, contrairement aux grands centres urbains, ne peuvent ni rencontrer les exigences de la formation de technopôles ni être des technopoles à cause de leur dimension trop petite. Il y aurait donc une grande différence entre la génération de «spin-offs» et d'«acorns» en périphérie par rapport à ce qu'un même projet donnerait en métropole[52]. De plus, un tel mouvement de décentralisation entraînerait un affaiblissement du potentiel technologique actuellement indispensable au redéploiement industriel de tout le Québec. Finalement, les régions périphériques, dans le cas de décentralisation, ne bénéficieraient que très marginalement de l'amélioration de leur capital humain.

Au total donc, il est tout à fait évident que la somme des pertes encourues par la décentralisation de la R-D dans les conditions décrites dépasserait nettement la somme des bénéfices. On ne pourrait donc pas préconiser une telle politique de décentralisation régionale sans gaspiller les ressources de la collectivité.

52. D'ailleurs, les technopôles qui ont réussi aux États-Unis sont tous à proximité de grandes métropoles.

9. La décentralisation des activités de R-D et les universités

La question que l'on peut maintenant se poser est la suivante: est-ce que l'analyse coûts-bénéfices que nous avons faite de la décentralisation géographique de l'activité de R-D s'applique vraiment au cas des universités? En effet, du fait que les universités peuvent avoir trois grandes missions, à savoir l'enseignement, la recherche et les services à la collectivité, elles sont fort différentes d'un centre de recherche gouvernemental ou privé. Est-ce que cette conjonction particulière de responsabilités a une incidence sur les coûts et sur les bénéfices d'une décentralisation de l'activité de R-D?

Dans le présent chapitre, nous allons examiner séparément chacune des missions de l'université pour tenter d'évaluer les coûts et les bénéfices d'une décentralisation régionale du réseau universitaire. En conclusion, nous regrouperons les bénéfices et les coûts et nous expliciterons les effets d'interaction possibles entre les diverses missions de l'université.

9.1 L'enseignement universitaire et la décentralisation régionale

Dans l'enseignement universitaire, il faut distinguer au départ le premier cycle des cycles supérieurs. En effet, au premier cycle, l'enseignement est essentiellement constitué d'une transmission de connaissances existantes et d'habiletés professionnelles. Aux cycles supérieurs et, particulièrement, au troisième cycle, l'encadrement de la recherche des étudiants devient une composante majeure du travail des professeurs. À ce niveau, il est très difficile de faire une distinction claire et nette entre recherche et enseignement. En ce sens, les contraintes à la décentralisation de la recherche universitaire sont aussi des obstacles à la décentralisation des programmes d'études de deuxième et de troisième cycle.

Au premier cycle, la décentralisation géographique de l'enseignement aura des coûts dans la mesure où les effets de dimension ne pourraient être épuisés à cause d'une trop forte multiplication des mêmes programmes d'études au sein d'un territoire. En effet, même s'il ne s'agit au premier cycle que de transmission de connaissances, un programme de premier cycle exigera toujours un nombre minimum, variable selon les disciplines, de professeurs spécialisés dans les divers champs de la discipline concernée. Ces mêmes professeurs, sans perte d'efficacité dans la transmission des connaissances, pourront, par exemple, tout aussi bien satisfaire les exigences d'un programme regroupant 50 que 200 étudiants.

À cet égard, une étude récente de B. Bonin (1986) révèle qu'à l'automne 1983, le nombre moyen d'étudiants dans des programmes de baccalauréat spécialisé était de 168 pour les institutions universitaires de la région de Montréal, de 151 pour l'Université Laval et de 86 pour l'ensemble des institutions universitaires des autres régions du Québec[1]. La question qui se pose alors est de savoir si, à qualité de formation égale, le coût moyen par étudiant de premier cycle est plus élevé en région à cause du plus faible nombre d'étudiants par groupe. Il semble raisonnable de répondre à cette question par l'affirmative. En effet, dans une étude réalisée en 1984 par le ministère de l'Éducation et utilisant des données de 1981-1982, on a sommairement traité de l'incidence de la taille des groupes sur le coût de l'enseignement universitaire[2]. On admet l'existence d'économies d'échelle et on tente même de les mesurer par secteur disciplinaire pour pouvoir normaliser les dépenses des petites universités qui ne peuvent bénéficier de ces économies de dimension. Cette étude, malgré ses lacunes, permet tout de même de se faire une idée d'une partie des coûts de la décentralisation géographique de l'enseignement universitaire. On peut, en effet, en déduire que le faible nombre d'étudiants dans certains programmes des universités localisées en dehors des villes de Québec et de Montréal aurait entraîné, pour l'année 1981-1982, la perte d'économie d'échelle d'une valeur de quelque 11,4 millions, soit 7,6 % du budget de ces universités[3].

Trois types de bénéfices sont généralement avancés pour justifier la décentralisation géographique de l'enseignement de premier cycle: 1) le rapprochement de l'institution universitaire de sa clientèle réduirait les coûts de formation pour les étudiants; 2) la présence d'une institution universitaire augmenterait le taux de scolarisation universitaire; 3) la probabilité que la main-d'oeuvre hautement qualifiée accepte des emplois dans une région éloignée des grands centres augmenterait si les individus avaient été formés dans cette région. Nous allons maintenant reprendre chacun de ces bénéfices pour tenter de préciser leur signification économique.

La réduction des coûts de formation pour l'étudiant par la décentralisation régionale de l'enseignement universitaire n'apparaîtra que si l'étudiant peut demeurer chez ses parents durant ses études universitaires ou si les coûts du logement et de subsistance sont inférieurs en région. On comprendra qu'un étudiant qui logeait déjà chez ses parents avant ses études universitaires occupe un espace de logement qui serait probablement inoccupé à la suite de son départ. Par ailleurs, il existe au sein d'une famille des économies d'échelle dans tous les autres frais de subsistance qui seraient partiellement perdues au départ de l'étudiant universitaire. Par contre, si une proportion élevée des étudiants dans les universités régionales doivent, malgré tout, quitter la résidence familiale, seule la différence entre les frais de logement et de subsistance en région et ceux dans les grands centres urbains devra être retenue. Il serait étonnant que cette différence soit importante.

1. Voir Bonin (1986).
2. Voir D.G.R.U. — D.R.M.F. (1984).
3. On trouvera les données utilisées pour ces calculs aux tableaux 7 et 7.2 de l'étude citée en note 2.

On avance souvent que la présence d'une institution universitaire dans une région augmente le taux de scolarisation universitaire des résidents de cette région. Deux facteurs pourraient éventuellement expliquer ce phénomène. Le premier serait la baisse du coût des études pour les étudiants qui ne doivent plus se déplacer pour acquérir une formation universitaire. Il est évident que, dans une monde où le marché du capital est imparfait et où l'emprunt privé pour l'acquisition de capital humain est pratiquement impossible, toute baisse de coût aura un effet positif sur le taux de scolarisation universitaire. On doit, toutefois, souligner immédiatement qu'une subvention équivalente à cette diminution de coût qui serait versée à un étudiant d'une région pour poursuivre ses études dans un centre urbain aurait exactement le même effet. De telles subventions pourraient amener une économie nette de ressources pour la société dans la mesure où elles permettraient d'utiliser pleinement les possibilités d'économies d'échelle dans la formation d'étudiants du premier cycle.

Le deuxième facteur serait une meilleure information fournie aux jeunes de la région sur les études universitaires. On doit distinguer ici des informations de deux types, à savoir celles sur le rendement de l'investissement en capital humain et celles sur le contenu des programmes d'études eux-mêmes. Pour le premier type d'informations, nous ne pensons pas que l'évaluation subjective qu'un individu peut faire du rendement possible d'un investissement en capital humain soit vraiment modifiée par la proximité plus ou moins grande d'une université. Ce sont plutôt les gens sur le marché du travail qui sont le plus susceptibles de lui fournir cette information par les revenus qu'ils gagnent et l'intérêt de leur occupation. Or, comme nous l'avons souligné au chapitre précédent, dans toute région un tant soit peu importante par sa population, on retrouve, indépendamment de la présence ou non d'une université, une bonne représentation de main-d'oeuvre hautement qualifiée travaillant autant dans le secteur privé que dans le secteur public.

Quant à l'information sur les programmes d'études de premier cycle, il est évident que la possibilité de contacts directs avec le milieu de formation facilite considérablement la transmission de l'information. Il demeure, toutefois, que l'éventail des programmes offerts dans les universités régionales est généralement beaucoup plus restreint que ce que l'on trouve dans les universités des grands centres urbains. L'information disponible localement ne sera donc que partielle et on ne peut exclure le risque d'un biais dans les choix des étudiants. Au total, on peut penser que la plus grande disponibilité d'informations sur certains programmes d'études résultant de la présence d'une université dans la région soit effectivement un bénéfice pour les jeunes résidents de cette région.

On affirme régulièrement que l'un des bénéfices les plus importants pour une région qui a son université provient du fait que les étudiants qui ont étudié dans leur région y demeurent pour travailler, alors que ceux qui poursuivent leurs études dans les grands centres retournent assez peu dans leur région d'origine. D'abord, les chiffres que l'on avance parfois pour appuyer cette affirmation doivent être traités avec beaucoup de prudence. En effet, une proportion importante des étudiants des universités régionales étudient à temps partiel. On peut penser qu'un fort pourcentage de ces derniers sont des adultes ayant déjà un emploi dans la région et qui y

demeureront lorsque leur complément de formation aura été acquis[4]. Ensuite, rien ne prouve que, dans les programmes particuliers d'études qui sont offerts dans les universités régionales, des jeunes de ces régions qui auraient été formés dans les universités des grands centres urbains n'y seraient pas revenus dans la mesure où des emplois y sont disponibles. Enfin, même si l'on arrivait à démontrer que le fait d'étudier dans la région réduise vraiment la mobilité interrégionale, devrait-on en conclure qu'il s'agisse là d'un bénéfice pour la société?

Pour répondre à cette dernière question, on doit se demander pourquoi un individu qui a étudié en dehors de sa région d'origine n'y retourne pas toujours. On peut penser à quatre raisons pour expliquer cette décision:

1) S'il n'y a pas d'emploi dans la région pour une main-d'oeuvre ayant ce genre de formation, on comprendra que l'individu n'y retournera pas et qu'il en serait sorti même s'il avait étudié dans sa région d'origine.

2) Si, dans sa région d'origine, les emplois disponibles offrent des conditions de travail moins avantageuses qu'ailleurs, l'individu ayant étudié hors de sa région pourra décider de ne pas y retourner. Encore ici, il faut réaliser que cet individu, même s'il avait étudié dans sa région, aurait sûrement été attiré par des conditions de travail plus avantageuses ailleurs. En somme, si les disparités dans les conditions de travail expliquent qu'un individu ne retourne pas à sa région d'origine, on ne voit pas pourquoi les mêmes disparités n'auraient pas entraîné son départ après les études qu'il aurait poursuivies dans sa région.

3) Il y a des emplois dans la région d'origine d'un individu qui a étudié dans une autre région mais, du fait qu'il n'en est pas informé, il ne retourne pas dans sa région d'origine. Cette situation est possible, mais peu probable, surtout si l'individu a un préjugé favorable pour sa région et y retourne assez régulièrement. En tout état de cause, il est évident que ce problème d'information pourrait être assez facilement surmonté par une campagne de publicité adéquate si une région devait vraiment combler une demande excédentaire de main-d'oeuvre hautement qualifiée. À l'inverse, on pourrait penser que, du fait qu'un individu ait étudié dans sa région, il soit moins bien informé des occasions d'emplois intéressants dans les autres régions, ce qui limiterait sa mobilité. Cette situation est aussi improbable que la précédente et, si elle existait, il faudrait y remédier car elle serait tout à fait inefficace du point de vue économique.

4) L'individu ne retourne pas dans sa région parce qu'il préfère le genre de vie d'une autre région. Il est évident que s'il n'était jamais sorti de sa région il n'aurait peut-être pas connu les possibilités qu'offraient les autres régions...

4. C'est ainsi qu'à partir des données sur les inscriptions des constituantes de l'Université du Québec à l'exclusion de l'UQAM, nous avons calculé que 65 % des étudiants inscrits dans ses universités de région l'étaient à temps partiel.

En somme, l'affirmation voulant qu'une université régionale permette de retenir la main-d'oeuvre hautement qualifiée formée dans la région résiste mal à une analyse plus poussée.

Venons-en maintenant aux études de deuxième et de troisième cycle. Comme nous l'avons dit précédemment, on ne peut dissocier, pour un cycle d'études supérieures, enseignement et recherche. La qualité de ces programmes d'études dépend essentiellement du nombre et de la qualité des chercheurs (professeurs, boursiers postdoctoraux, étudiants de maîtrise et de doctorat) qu'ils regroupent. Or, au Québec, même dans les universités des grands centres urbains comme Montréal et Québec, beaucoup de programmes de maîtrise et la plupart des programmes de doctorat n'ont pas encore atteint cette densité de quantité et de qualité de recherche permettant une «diplômation» importante et régulière de très bons étudiants. Compte tenu de la faible population du Québec et de sa quasi stabilité, le coût principal d'une décentralisation géographique de l'enseignement de deuxième et de troisième cycle serait l'impossibilité pour la presque totalité des programmes d'études avancées d'atteindre la densité de recherche permettant de former des étudiants de qualité égale à celle atteinte par ceux qui sont formés dans les meilleures universités canadiennes et américaines.

Au niveau des bénéfices qu'une région retire de la présence d'une université offrant des programmes de maîtrise et de doctorat, on parle surtout de l'orientation de la recherche vers la solution de problèmes locaux. Cela nous conduit à la mission de recherche de l'université.

9.2 La recherche universitaire et la décentralisation régionale

Il faut d'abord rappeler ce qui a été dit au chapitre 1. La recherche universitaire peut être fondamentale ou appliquée, mais elle vise toujours l'avancement des connaissances scientifiques. La recherche appliquée dont nous parlons pour l'université ne consiste pas dans des applications diverses et souvent répétitives des connaissances scientifiques existantes, mais dans une recherche fondamentale orientée vers la solution d'un problème précis. On comprendra que seul ce type de recherche permet une collaboration entre professeurs et étudiants de doctorat et même de maîtrise conduisant à la rédaction de thèses qui seront acceptables parce qu'elles auront fait avancer les connaissances scientifiques.

Est-ce que cette recherche universitaire, lorsque réalisée dans une région particulière, répondra mieux aux problèmes de cette région? De deux choses l'une, ou bien le problème régional peut être résolu par l'utilisation des connaissances scientifiques existantes et, dans ce cas, des études, réalisées souvent plus efficacement par des professionnels des gouvernements ou du secteur privé que par des chercheurs universitaires, apporteront une solution au problème; ou bien la solution de certains problèmes propres à une région nécessite de la recherche fondamentale ou appliquée. Dans ce cas, nous avons simplement démontré, dans les chapitres précédents, qu'en

raison de l'existence d'économies d'échelle et d'économies urbaines, les universités régionales ne peuvent être efficaces dans la R-D «haut de gamme». Selon certains, toutefois, il y a des exceptions, lorsqu'à cause de contraintes techniques, des recherches fondamentales ou appliquées doivent nécessairement être faites dans un environnement déterminé (recherches marines, géologiques, etc.). Cependant, ces contraintes physiques de localisation sont plutôt rares dans la recherche universitaire[5]. De plus, dès qu'un petit programme de recherche appliquée est lancé, il se bute fréquemment à des difficultés croissantes impliquant l'élargissement du projet et le recours éventuel à une recherche appliquée ou fondamentale multidisciplinaire. C'est ainsi qu'une université régionale qui voudrait remplir la mission générale de développement régional pourrait difficilement s'en tenir, dans ses axes de recherche universitaire, à quelques créneaux particuliers à cause de la nécessité de réaliser simultanément, pour la solution de certains problèmes, des percées scientifiques dans plusieurs disciplines. La mission particulière que voudraient se donner les universités régionales les forcerait donc à devenir des multi-universités comme dans les grandes agglomérations urbaines. Enfin, il faudrait pouvoir contraindre les chercheurs d'une université régionale à s'intéresser exclusivement aux problèmes spécifiques de cette région demandant une recherche universitaire. Le principe de liberté académique des professeurs pourrait alors être mis en cause. En somme, les bénéfices qu'une province peut retirer de la présence d'une université, en termes de solution des problèmes particuliers à la région périphérique, ne sont pas aussi évidents et importants qu'on l'affirme généralement, d'autant plus qu'il existe des solutions alternatives beaucoup moins coûteuses.

Du côté des coûts de la décentralisation de la recherche universitaire, il y a évidemment les difficultés qu'auront les unités d'enseignement et de recherche de la plupart des universités à atteindre la masse critique qui leur permettra d'être concurrentielles au niveau national et international et d'attirer des chercheurs d'élite. L'étude faite sur les départements de chimie, dont nous avons rapporté les conclusions au chapitre 6, était très claire à cet égard. En effet, aucun département de chimie des universités québécoises ne compte parmi les plus grands départements de chimie au Canada et deux départements du Québec seulement ont une performance en recherche les classant parmi les bons départements de chimie au Canada. On peut imaginer ce que cela donnerait dans une classification nord-américaine. Nous sommes convaincus qu'un même constat serait fait pour la très grande majorité des disciplines de sciences naturelles et de génie[6]. Par ailleurs, comme nous l'avons démontré dans les chapitres antérieurs, la décentralisation géographique des activités de recherche élimine les économies urbaines. En somme, l'activité de recherche en régions périphériques voit son efficacité réduite par l'absence de deux masses critiques: celle de l'unité de recherche elle-même et celle du contexte urbain. Si l'on peut accroître la dimension des unités de recherche en région, on ne peut déménager la métropole en périphérie. Il n'y a donc pas de solution à la perte des économies urbaines.

5. Ainsi, ce n'est pas en établissant une université à Thetford Mines que l'on va régler le problème de la nocivité de l'amiante.
6. Les données recueillies dans le Rapport Lacroix, Université de Montréal, juillet 1985, appuient cette affirmation.

Évidemment, à cause des liens étroits existant entre la qualité et l'intensité de la recherche dans une institution universitaire et la qualité de la formation qui sera donnée aux étudiants de maîtrise et de doctorat, on réalise que le morcellement des groupes de chercheurs n'aura pas que des effets sur la production en recherche des professeurs, mais aussi sur la qualité de la formation reçue par les étudiants aux études supérieures.

Au total donc, nous pensons que, dès qu'une perte d'efficacité dans la recherche universitaire résulte d'une décentralisation régionale, il faut sérieusement s'interroger sur l'opportunité de cette décentralisation compte tenu des faibles retombées en termes de solution des problèmes spécifiques à une région qu'une université régionale peut avoir.

9.3 L'implication des professeurs dans le milieu

L'implication des professeurs d'université dans le milieu peut prendre deux formes. Elle peut être sans lien avec leur expertise. Il s'agit alors d'une implication comme citoyen qui sera d'une qualité particulière, compte tenu de leur niveau de scolarisation élevé. En ce sens, une région pourra tirer un certain bénéfice du fait que la présence d'une université augmente incontestablement le nombre de résidents hautement scolarisés.

L'implication dans le milieu peut aussi être très étroitement reliée à l'expertise des professeurs. C'est le cas lorsqu'un professeur est engagé comme consultant par des organismes locaux ou des entreprises de la région. Ce travail bénévole ou rémunéré de consultation, quoique relié aux connaissances scientifiques du professeur, ne constitue pas de la recherche universitaire. C'est de la consultation qui peut, par les problèmes soulevés, orienter par la suite la recherche universitaire du professeur. Une rétroaction est donc possible dans certains cas entre le travail de consultation et la recherche universitaire. On doit, toutefois, réaliser que ce type de consultation n'exige pas nécessairement une implication des professeurs dans la recherche universitaire puisqu'il s'agit essentiellement d'études faites à partir de connaissances scientifiques existantes ou encore d'une simple transmission de l'information scientifique et technique. C'est pourquoi, d'ailleurs, le corps professoral des cégeps joue ce rôle éminemment important dans un nombre croissant de régions.

9.4 Conclusion

Nous avons souligné au chapitre 4 qu'aux États-Unis, les grandes universités impliquées en recherche et dans la formation d'étudiants de deuxième et de troisième cycle étaient toujours localisées ou bien dans des villes de plus d'un million d'habitants ou à moins de 200 kilomètres d'une telle agglomération urbaine. Comme on retrouve plus de 40 régions métropolitaines de plus d'un million d'habitants aux États-Unis, on peut imaginer un réseau d'universités de recherche décentralisé géographiquement et complété par un ensemble de «collèges» encore plus

décentralisés régionalement, mais se consacrant essentiellement à la formation d'étudiants de premier cycle[7]. Compte tenu des masses critiques de professeurs-chercheurs requises pour avoir une recherche universitaire et des programmes de deuxième et de troisième cycle de qualité, le modèle américain n'est pas miniaturisable. Or, au Québec, nous n'avons qu'une population de 6 millions pratiquement stable, que deux grands centres urbains, le Grand Montréal et le Grand Québec et qu'une ville de plus d'un million d'habitants. Dans ce contexte, il est donc évident que les pertes d'efficacité en recherche et la diminution de la qualité de la formation des étudiants de deuxième et de troisième cycle ne pourront qu'apparaître rapidement avec la décentralisation géographique des universités de recherche et d'enseignement supérieur. Cependant, dans la mesure où la décentralisation géographique porte surtout sur les enseignements universitaires de premier cycle et qu'elle est telle que l'on sauvegarde au maximum les économies d'échelle réalisables à ce niveau d'enseignement, les pertes d'efficacité en recherche seront pratiquement nulles et la formation des étudiants de deuxième et de troisième cycle se fera essentiellement dans les grandes universités de recherche et d'études supérieures. C'est ce que nous enseigne l'expérience américaine et même celle du reste du Canada où la très grande majorité des universités de petites régions n'ont, à toutes fins pratiques, qu'une mission de formation au premier cycle et s'y confinent.

Il est probable qu'il y a un bénéfice net à une certaine décentralisation régionale de l'enseignement universitaire de premier cycle. En effet, dans la mesure où cette décentralisation n'est pas excessive, elle ne mettra pas en cause les masses critiques de professeurs-chercheurs dans les universités des grands centres urbains. Par contre, en réduisant le coût de la formation universitaire de premier cycle en région, elle accroîtra probablement l'accessibilité aux études universitaires. De plus, la région pourra profiter autant du haut degré de scolarisation des professeurs, créant un niveau de vie intellectuelle intéressant, que de leur expertise pour la solution de problèmes particuliers à la région. Enfin, selon l'étude du ministère de l'Éducation que nous avons citée antérieurement[8], les dépenses des universités localisées en dehors des villes de Québec et de Montréal s'élevaient en 1982 à quelque 158 millions de dollars. Comme près de 90 % de cette somme est financé par une subvention gouvernementale, il s'agit d'un influx financier important pour les régions concernées. On comprendra aussi, comme nous l'avons expliqué au chapitre précédent, que cette injection crée incontestablement une activité économique locale et des emplois directs et indirects dans la région correspondant à l'effet multiplicateur. Cependant, cet effet multiplicateur sera plus faible dans les régions que dans les grands centres urbains. On pourrait donc difficilement justifier l'existence d'universités régionales à partir d'un tel raisonnement. S'il advient, toutefois, qu'une décentralisation efficace de l'enseignement universitaire de premier cycle ajoute à l'effet multiplicateur l'ensemble des autres effets positifs que nous avons examinés antérieurement sans avoir d'incidence négative sur la recherche universitaire et la qualité de la formation au deuxième et au troisième cycle dans les universités du centre, elle pourrait être efficace du point de vue économique.

7. Statistical Abstract of the United States, U.S. Department of Commerce, Bureau of Census.
8. Voir D.G.R.U. — D.R.M.F. (1984), op. cit.

En somme, même si les universités, en raison de la complexité de leurs missions, ne peuvent être traitées comme de simples laboratoires de recherche, il n'en demeure pas moins que beaucoup d'arguments, actuellement mis de l'avant pour justifier une décentralisation du réseau universitaire québécois et un développement accéléré des universités régionales existantes, ont des fondements économiques inacceptables.

10. Les bénéfices nets de la décentralisation de l'activité de R-D et l'opportunité d'une régionalisation de la politique scientifique

Dans les chapitres antérieurs, nous avons analysé en profondeur les différentes conséquences d'une politique de décentralisation des activités de R-D. Nous avons toujours d'abord situé le problème au niveau théorique, puis, dans la mesure du possible, nous avons tenté d'appuyer empiriquement un certain nombre d'hypothèses concernant les économies urbaines et les économies d'échelle.

Le but du présent chapitre est double: d'abord synthétiser nos principaux résultats sur les avantages et les coûts d'une décentralisation de la R-D en régions périphériques et, par la suite, tracer les grandes lignes d'une politique scientifique dont l'objectif ne serait pas la décentralisation de la R-D mais plutôt la diffusion du progrès technique et l'aide à l'innovation.

10.1 Les avantages et les coûts d'une décentralisation géographique de la R-D

Au chapitre 8, nous avons simulé l'effet net pour le Québec que pourrait avoir une décentralisation d'un centre de R-D en régions périphériques. Évidemment, l'effet net pour le Québec se définit comme étant la différence entre les effets d'une localisation de ces activités en régions périphériques et ceux découlant d'une localisation de ces mêmes activités en métropole.

Pour les secteurs précités, le tableau 32 résume les résultats de notre simulation. Au niveau des avantages, seule l'amélioration du capital humain provenant d'une augmentation des activités de R-D serait plus importante en régions périphériques qu'en métropole. Pour les effets de l'accélérateur et pour l'impact sur la structure industrielle locale, les avantages d'une localisation des activités de R-D en métropole dépassent nettement ceux d'une localisation en régions périphériques. Si l'on ajoute à ces avantages nets négatifs les pertes d'économies d'échelle et d'économies urbaines résultant d'une localisation des activités de R-D en régions périphériques, on réalise qu'au Québec la décentralisation géographique des activités de R-D dans l'un ou l'autre des secteurs examinés au chapitre 3 aurait un effet économique négatif de grande dimension.

Tableau 32: Avantages et coûts sociaux d'une décentralisation de la R-D en régions périphériques

	Effets en régions périphériques moins effets en métropole (effets nets)	Ordre de grandeur
Avantages		
Effets du multiplicateur	0	
Effets d'accélération	$-\Delta$	important
Impact sur la structure industrielle locale («spin-offs», etc.)	$-\Delta$	moyenne dimension
Amélioration du capital humain	$+\Delta$	très petite dimension
Coûts		
Perte d'économies d'échelle	$-\Delta$	moyenne dimension
Perte d'économies urbaines	$-\Delta$	considérable
Somme	**négative**	**de grande dimension**

La question que l'on doit maintenant se poser est la suivante: peut-on tirer une conclusion plus générale de ces cas particuliers?

Remarquons d'abord qu'en ce qui concerne les avantages, on ne voit pas comment le signe de chacun des effets nets serait modifié d'un secteur à l'autre. L'ordre de grandeur des effets nets pourra, cependant, varier marginalement selon les secteurs industriels impliqués. Au total, il est peu probable que nous puissions trouver un projet de décentralisation géographique d'activités de R-D au Québec dont la somme des avantages nets (par exemple, les avantages d'une localisation en région moins ceux d'une localisation en métropole) soit positive.

Au niveau des coûts, on peut sûrement trouver des cas où les pertes d'économies d'échelle résultant d'une décentralisation géographique d'activités de R-D seraient faibles et même nulles. On ne peut, toutefois, en dire autant pour les économies urbaines. Les chapitres précédents ne mènent, à cet égard, qu'à une conclusion. Les pertes d'économies urbaines seront toujours considérables lors d'une décentralisation d'activités de R-D de la métropole vers des régions périphériques.

En somme, dans le contexte du Québec, il serait exceptionnel qu'il soit économiquement avantageux de localiser les activités de R-D dans l'un ou l'autre secteur industriel en régions périphériques plutôt que dans la métropole. Ceci n'implique pas, comme nous le verrons dans la section qui suit, que des volets particuliers de la politique scientifique ne puissent être régionalisés.

10.2 Les grandes lignes d'une politique scientifique visant le développement économique

Il importe pour les résidents d'une région de vivre dans un environnement économique où le niveau d'emplois stables et de qualité est élevé, c'est-à-dire permettant l'embauche d'une forte proportion des travailleurs de la région à des salaires réels comparables à ceux que l'on trouve dans les autres régions du pays. Il n'est pas sûr, toutefois, que toutes les régions aient le potentiel pour atteindre cet objectif. Et même si l'innovation et l'assimilation rapide du progrès technique sont des facteurs importants de développement économique engendrant le type d'environnement économique que nous avons préalablement décrit, il n'est pas exclu que des régions se développeront plus fortement et plus rapidement que d'autres à cause de leur dotation initiale en facteurs et en ressources. Ceci dit, comme nous l'avons souligné au chapitre 1, on peut innover par assimilation des nouveautés réalisées en dehors de la région, par de la R-D «bas de gamme», c'est-à-dire se limitant à des développements simples, ou encore par de la R-D «haut de gamme».

Les résultats des chapitres précédents permettent d'affirmer que la façon la plus économique de favoriser l'innovation et le progrès technique dans une économie est d'aider les entreprises des régions périphériques à davantage assimiler les nouveautés externes et à effectuer du développement simple ainsi que de favoriser la concentration naturelle de la R-D «haut de gamme» dans la ou les grandes agglomérations urbaines.

Ne pas nuire à la concentration naturelle de la R-D «haut de gamme» dans les grandes agglomérations urbaines est d'une importance capitale au Québec. En effet, dans cette catégorie de R-D, la concurrence est internationale et se fait essentiellement entre les centres d'excellence des grandes villes qui profitent de toutes les économies d'agglomération. Or, actuellement au Canada, trois régions métropolitaines regroupant plus de 60 % de toute l'activité de R-D du pays sont ou peuvent aspirer à être concurrentielles au niveau international. Il s'agit des régions métropolitaines de Montréal, de la Capitale nationale et de Toronto. Le tableau 33 nous situe ces trois régions métropolitaines dans l'ensemble canadien.

On constate d'abord à la lecture de ce tableau, que Montréal a été et demeure l'une des principales agglomérations urbaines du Canada eu égard aux activités de R–D. Ceci dit, l'évolution de la position relative de Montréal depuis 1977 est inquiétante. En effet, alors que 22,7 % des dépenses canadiennes de R-D se concentraient à Montréal en 1977, cette ville n'obtenait que 19,1 % de ce même total en 1984. Durant la même période, Toronto connaissait une évolution fort différente puisque le pourcentage du total canadien des dépenses de R-D qui était faites dans cette ville passait de 18,4 à 23,8. Ce déclin de la position relative de Montréal par rapport à Toronto est très bien illustré par l'évolution du ratio des dépenses de R-D réalisées à Montréal par rapport à celles faites à Toronto. Ce ratio qui était aussi élevé que 1,23 en 1977, n'est plus que de 0,80 en 1984.

Tableau 33: Dépenses totales intra-muros au titre de la R-D selon les régions métropolitaines, 1977 à 1984

	1977	1979	1981	1982	1983	1984
Montréal						
Dépenses (000,000 $)	195	270	402	485	483	546
% du total canadien	22,7	21,3	18,9	19,4	18,7	19,1
Ratio Montréal/Toronto	1,23	1,18	0,83	0,82	0,76	0,80
Capitale nationale[1]						
Dépenses (000,000 $)	—	—	—	345	443	509
% du total canadien	—	—	—	13,8	17,1	17,8
Toronto						
Dépenses (000,000 $)	158	228	484	590	638	682
% du total canadien	18,4	18,0	22,7	23,7	24,7	23,8

1. Données disponibles seulement à partir de 1982.
Sources: Statistique Canada, Cat. 88-202, 1984, tableau 9 et calculs des auteurs.

À quoi peut-on attribuer cette baisse de la position relative de Montréal? Serait-elle due à une décentralisation de l'activité de R-D au sein du Québec? La réponse à cette dernière question est négative. En effet, Montréal accaparait 84 % des dépenses de R-D effectuées au Québec en 1977 et 84,1 % en 1984. Cette baisse de la position relative de Montréal est essentiellement imputable à la désindustrialisation relative de Montréal et à la migration des sièges sociaux.

Déjà au début des années 70, le rapport H.M.R.[1] constatait une amorce de désindustrialisation de Montréal due à une perte de compétitivité de cette ville par rapport à Toronto et aux autres grandes villes américaines périphériques. Pour ces auteurs, l'avenir industriel du Québec passait par Montréal et toute politique régionale qui affaiblissait Montréal était non seulement néfaste pour cette région mais aussi pour l'ensemble des régions du Québec. Les régions ne peuvent se développer sans un centre fort, concurrentiel au niveau national et international et dynamique. Le message du rapport H.M.R. était qu'il n'y avait pas d'opposition entre le développement économique de Montréal et celui des régions mais bien complémentarité et que, pour assurer le développement de Montréal, il fallait garantir la compétitivité de cette ville par rapport aux autres grands centres nord-américains.

Tout récemment, le Rapport Picard confirmait l'approche du rapport H.M.R. et en vérifiait le diagnostic. On réaffirme, dans ce rapport, que le développement économique du Québec passe nécessairement par Montréal. À vouloir toujours voir

1. Voir Higgins, Martin et Raynauld (1970).

une concurrence entre Montréal et les autres régions du Québec, on contraint le développement de Montréal, on réduit sa capacité de concurrencer les autres grands centres nord-américains et, ultimement, toutes les régions du Québec sont perdantes.

Le même raisonnement s'applique pour l'activité de R-D. La désindustrialisation de Montréal et la migration des sièges sociaux ont déjà considérablement affaibli la position relative de Montréal, eu égard à l'activité de R-D, au Canada et, sûrement, en Amérique du Nord. Toute politique scientifique qui forcerait une décentralisation des activités de R-D accélèrerait la baisse de la position relative de Montréal et la détérioration de la capacité concurrentielle de cette ville en Amérique du Nord en plus d'être inefficace du point de vue économique. Ultimement, l'ensemble de l'activité de R-D réalisée au Québec serait affecté négativement et les gains des régions n'auraient été qu'illusoires. La taille du Québec, la répartition géographique de sa population de même que la distribution régionale de son activité économique font qu'une seule de ses agglomérations urbaines a la dimension et les caractéristiques d'une technopole. D'ailleurs, la très forte concentration des activités privées de R-D à Montréal appuie très bien cette affirmation. Comme nous le disions antérieurement, le modèle américain n'est pas miniaturisable puisque la dimension *absolue* est à la base des économies d'agglomération.

Un premier volet d'une politique scientifique québécoise devrait nécessairement porter sur l'ensemble des moyens à mettre en œuvre pour d'abord stopper le déclin de Montréal comme centre d'exécution de la R-D «haut de gamme» et, ensuite, regagner si possible le terrain perdu au cours des dix dernières années. Pour l'activité privée de R-D, sa tendance naturelle à se localiser dans les grandes agglomérations urbaines où l'on retrouve de grandes universités favorise déjà Montréal. Il ne faudrait pas contrer cette tendance naturelle. Par ailleurs, toutes mesures favorisant le développement industriel de Montréal et la localisation des sièges sociaux dans cette métropole ne pourront que favoriser la regénérescence du «Montréal scientifique et technique». Une augmentation de la concentration à Montréal des activités gouvernementales de R-D, autant fédérales que provinciales, sera favorable à ce renouveau à cause de la synergie engendrée par la multiplicité des centres de recherche et la plus grande facilité d'y maintenir les chercheurs vedettes.

Un deuxième volet de la politique scientifique du Québec devrait porter spécifiquement sur la diffusion des connaissances scientifiques et techniques et l'assistance au développement simple ou au développement technologique élémentaire. Autant il est important que le développement des connaissances scientifiques et techniques se fasse là où il est le plus efficace de le faire, à savoir dans les grandes agglomérations urbaines, autant la diffusion de ces connaissances est essentielle au développement des régions périphériques. Il faut donc que les entreprises des régions périphériques aient accès à un ou des organismes ayant ou pouvant obtenir les expertises requises pour l'assimilation du progrès technique et le développement de nouveaux produits. Le CRIQ a joué et joue encore un rôle éminemment important à cet égard. D'ailleurs, comme l'indique le tableau 34, les données pour 1984-1985 révèlent que 63 % de ces contrats d'expertise sont faits auprès des P.M.E. (entreprises de moins de 100 employés) et que les petites entreprises de toutes les régions se prévalent des services de cet organisme particulier au Québec.

Tableau 34: Répartition régionale des contrats d'expertise du CRIQ, 1984-1985

Régions	Entreprises de moins de 100 employés	Entreprises de plus de 100 employés
1. Bas Saint-Laurent — Gaspésie		
- nombre de contrats	8	3
- valeur moyenne ($)	45 809	9 893
2. Saguenay — Lac Saint-Jean		
- nombre de contrats	8	7
- valeur moyenne ($)	7 595	11 498
3. Québec		
- nombre de contrats	124	137
- valeur moyenne ($)	6 388	12 477
4. Trois-Rivières		
- nombre de contrats	52	10
- valeur moyenne ($)	10 659	7 352
5. Estrie		
- nombre de contrats	12	5
- valeur moyenne ($)	32 789	10 345
6. Montréal		
- nombre de contrats	246	98
- valeur moyenne ($)	11 378	11 678
7. Outaouais		
- nombre de contrats	2	4
- valeur moyenne ($)	5 500	17 068
8. Abitibi — Témiscamingue		
- nombre de contrats	7	2
- valeur moyenne ($)	93 477	10 409
9. Côte-Nord et Nouveau-Québec		
- nombre de contrats	2	2
- valeur moyenne ($)	3 196	3 222
TOTAL		
- nombre de contrats	**461**	**268**
- valeur moyenne ($)	**12 230**	**11 883**

Source: Données fournies par le CRIQ.

La région de Montréal avait, en 1984-1985, 47,2 % des contrats passés avec le CRIQ, la région de Québec 35,8 % et l'ensemble des autres régions 17 %. Comme on peut le constater au tableau 35, cette répartition des contrats est différente de la répartition régionale, des établissements et de la production dans le secteur de la fabrication[2]. Les établissements et la production sont nettement plus concentrés à Montréal que ne le sont les contrats du CRIQ, alors que la situation est inverse pour la région de Québec. Comme la région de Montréal bénéficie de nombreux autres services d'expertise, on peut comprendre que le recours au CRIQ soit plus faible que le «potentiel». Pour la région de Québec, la proximité géographique des installations principales du CRIQ permet peut-être une meilleure information des entreprises de cette région sur les services du CRIQ, ce qui expliquerait la proportion élevée des contrats du CRIQ dans cette région. Si c'était le cas, cela confirmerait la nécessité d'organismes régionaux de valorisation de la recherche et de diffusion des connaissances techniques.

Ce deuxième volet de la politique scientifique, qui serait essentiellement régional, devrait donc accroître le rôle du CRIQ, des universités, des cégeps régionaux, des écoles de technologie et des regroupements d'hommes d'affaires dans la diffusion du progrès technique et dans la valorisation des nouveautés. Comme nous l'avons déjà souligné au chapitre 5, la France a déjà mis sur pied de tels organismes (ANVAR; CRITT) et une évaluation de cette expérience étrangère pourrait sûrement être utile pour la conception du deuxième volet d'une politique scientifique du Québec.

En somme, nous pouvons conclure qu'une politique scientifique québécoise dont l'objectif sera de favoriser l'innovation, la diffusion du progrès technique et le développement économique devrait préconiser une concentration des activités de R-D «haut de gamme» à Montréal et l'établissement d'organismes régionaux de diffusion du progrès et des connaissances techniques de même que d'assistance à l'innovation.

2. Il serait préférable d'avoir des données du CRIQ pour un plus grand nombre d'années pour vérifier la stabilité de la distribution régionale des contrats.

Tableau 35: Répartition en pourcentage de la valeur des expéditions des produits de propre fabrication et des établissements de production, par région administrative, Québec, 1981

Région administrative	Nombre d'établissements (%)	Valeur des expéditions (%)
Bas-Saint-Laurent — Gaspésie	2,05	0,97
Saguenay — Lac Saint-Jean	2,43	4,38
Québec	13,15	9,59
Trois-Rivières	8,00	7,19
Estrie	3,72	3,29
Montréal	67,16	69,14
Outaouais	1,63	3,05
Abitibi — Témiscamingue	1,25	1,37
Côte-Nord et Nouveau-Québec	0,62	1,02
TOTAL	**100,00**	**100,00**

Source: Statistiques du Québec, édition 1985-1986, tableau 14 à 22.

Conclusion générale

Cette conclusion sera brève puisque le chapitre 10 a déjà synthétisé les grands résultats de notre étude et tracé les grandes lignes d'une politique scientifique québécoise, tout au moins pour ce qui est des activités de R-D.

Il faut surtout retenir des chapitres antérieurs, que la dimension *absolue*, autant des équipes de recherche que des agglomérations urbaines où elles sont localisées, est un facteur déterminant de l'efficacité avec laquelle l'activité de R-D est effectuée. Dans ces conditions, toute politique scientifique au Québec, qui ne tiendrait pas compte de la contrainte importante que la dimension de sa population, de sa main-d'oeuvre hautement qualifiée et de son économie pose à la localisation des activités de R-D, serait dommageable non seulement pour le développement des connaissances scientifiques et techniques dans cette province mais aussi pour le développement économique dans son ensemble. Nous ne le répéterons jamais trop: la miniaturisation du modèle américain au Québec ne conduirait qu'à un saupoudrage régional inefficace des activités de R-D. Nous n'avons pas au Québec les quelque quarante agglomérations urbaines de plus d'un million d'habitants que l'on retrouve aux États-Unis. Nous n'avons que Montréal qui fait partie de ce club des grandes agglomérations urbaines d'Amérique du Nord; il faut accepter cette contrainte et en tirer les conséquences.

L'important pour une région, ce n'est pas d'avoir à tout prix un centre de recherche, une université ou une activité de production de haute technologie, mais bien d'exploiter au maximum le potentiel économique local. Les projets ne doivent pas être valorisés en fonction de leur «prestige» mais plutôt en regard de leurs effets réels sur le développement économique d'une région. Or, rien ne démontre actuellement que le développement régional doit nécessairement passer par la création locale de nouveautés scientifiques et techniques et par l'implantation d'industries de haute technologie. Il y a, toutefois, de plus en plus d'études démontrant le coût économique considérable d'une décentralisation régionale forcée de l'activité de R-D. Ce coût serait d'ailleurs d'autant plus élevé que le pays est de petite dimension. Dans ces conditions, il serait très risqué d'encourir les coûts d'une décentralisation régionale des activités de R-D pour obtenir des bénéfices dont l'existence n'a jamais été démontrée.

Il n'en demeure pas moins que les régions doivent avoir accès aux nouveaux produits, aux nouvelles techniques et aux nouvelles connaissances scientifiques pour assurer leur développement. On doit s'interroger sur l'opportunité de mettre sur pied des organismes régionaux de diffusion des informations, d'assistance à la valorisation des innovations et de fournitures d'expertises techniques pour remplir cette tâche.

Bibliographie

Agence nationale de valorisation de la recherche (1982), *Atlas français de l'innovation*, Paris.

Aydalot, P. (1984), «Note sur les migrations interrégionales en France, 1975-1982», *Dossiers du Centre Économique, Espace, Environnement*, Université de Paris I, Sorbonne, Cahier no 40 (juin).

Aydalot, P. (éd.) (1986), *Milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris.

Aydalot, P. (1986), «Trajectoires technologiques en milieux innovateurs» dans P. Aydalot (éd.), *Milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris, pp. 345-361.

Bade, F.J. (1982), «Localisation industrielle, division fonctionnelle du travail et développement régional», *Revue d'économie régionale et urbaine*, no 4, pp. 483-507.

Baumol, W. (1967), «Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis», *American Economic Review*, vol. 57, pp. 415-426.

Boadway, R. et F. Flatters (1981), «The Efficiency Basis for Regional Employment Policy», *The Canadian Journal of Economics*, vol. XIV, no 1 (février).

Bonin, B. (1986), «Quelques réflexions sur le premier cycle universitaire au Québec», *Conseil des universités* (septembre).

Brocard, M. (1981), «Aménagement du territoire et développement régional: le cas de la recherche scientifique», *L'espace géographique*, no 7, pp. 61-73.

Brown, A.-J. (1972), *The Framework of Regional Economics in the United Kingdom*, Cambridge University Press.

Burstall, M.L., J.H. Dunning et A. Lake (1981), *Multinational Enterprises, Governments and Technology: Pharmaceutical Industry*, O.C.D.E., Paris.

Buswell, R.J. (1983), «Research and Development and Regional Development: A Review», *Technological Change and Regional Development*, London Papers in Regional Science, no 12, éd. par A. Gillepsie, Pub. Pion Limited, London.

Canadian Drug Manufacturing Association (CDMA) (1983), *A Case for the Retention of Section 41 (4) of the Patent Act*, Toronto.

Carlino, G.A. (1978), *Economics of Scales in Manufacturing Location: Theory and Measurement*, Leiden, Martinus Nishoff.

Carlino, G.A. (1979), «Increasing Returns to Scale in Metropolitan Manufacturing», *Journal of Regional Science*, vol. 19, no 3 (août).

Carlino, G.A. (1982), «Manufacturing Agglomeration Economies as Returns to Scale: A Production Function Approach», *Papers of the Regional Science Association*, vol. 50, pp. 95-108.

Chabbal, R. (1984), «Overview of Policy Issues: Panel Report on the Role of the Universities in Economic Development», *Technology in Society*, vol. 5, no 3/4, pp. 269-273.

Conseil économique du Canada (1977), *Vivre ensemble*, Ministère des Approvisionnements et Services du Canada.

Decoster, E. et Tobanès, M. (1986), «L'innovation dans un pôle scientifique et technologique, le cas de la Cité Scientifique Ile de France Sud», dans P. Aydalot (éd.) *Milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris, pp. 77-100.

Dhrymes, P.J. (1965), «Some Extensions and Tests of C.E.S. Class of Production Functions», *Review of Economics and Statistics*, vol. 47, pp. 357-366.

Direction générale de la recherche universitaire - D.R.M.F. (1984), *Étude comparative des bases de financement des universités du Québec* (28 mai).

Dorfman, N.S. (1983), «Route 128: The Development of a Regional High Technology Economy», *Research Policy*, no 12, pp. 299-316.

Eastman, H.C. (1985), *Le rapport de la Commission d'enquête sur l'industrie pharmaceutique*, Ministère des Approvisionnements et Services du Canada, Ottawa.

Economist, The (1985), «Science Technology Brief» (16 mars), pp. 88 et 89.

Encyclopedia Britanica (1986), *Book of the Year*.

Gouvernement de France (1983), *France Information*, Paris, no 119.

Gouvernement de France (1985), *Projet de loi de Finance*, Imprimerie Nationale, Paris.

Gouvernement du Canada (1986), *Rapport du comité consultatif au comité ministériel sur le développement de la région de Montréal (Rapport Picard)*, Ministère des Approvisionnements et Services du Canada, no C2-98/1986F.

Herzog et al. (1986), «High-Technology Jobs and Worker Mobility», *Journal of Regional Science*, vol. 26, no. 3, pp. 445-460.

Higgins, B., F. Martin et A. Raynauld (1970), *Les orientations du développement économique régional dans la province de Québec*, Expansion économique régionale (février).

Howells, J.R.L. (1984), «The Location of Research and Development: Some Observations and Evidence from Britain», *Regional Studies*, vol. 18-1, pp. 13-29.

INSEE (1982), *Les collections INSEE*, no 106, Paris.

Isard, W. (1975), *Introduction to Original Finance*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.

Jenkins, G. et C.Y. Kuo (1978), «On Measuring the Social Opportunity Cost of Permanent and Temporary Employment», *The Canadian Journal of Economics* (mai).

Labbé, R. (1980), «Mesure et analyse des économies d'agglomération», *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, tome IV, no 4, pp. 399-418.

Lacroix, R. et P. Scheuer (1977), «L'effort de R-D, l'innovation et le commerce international», *Revue économique* (janvier), pp. 1009-1029.

Lemasson, J.-P. (1986), «Université-industrie-gouvernement», *Interface* (janvier-février).

Lichtenberg, R.M. (1960), *One-Tenth of a Nation*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Lowe, J. (1985), «Science Parks in the U.K.», *Lloyds Bank Review* (avril).

Maillat, D. et J.Y. Vasserot (1986a), «Les milieux innovateurs, le cas de l'Arc jurassien suisse», dans P. Aydalot (éd.), *Milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris, pp. 217-246.

Maillat, D. et J.Y. Vasserot (1986b), «Conditions économiques et territoriales de la revitalisation des anciennes régions industrielles», communication présentée au Colloque «Technologies nouvelles et de développement régional de l'A.S.R.D.L.F.», Paris (1-3 septembre), pp. 256-266.

Malecki, E.J. (1979), «Locational Trends in R-D by Large U.S. Corporations 1965-1977», *Economic Geography*, no 55, pp. 309-323.

Malecki, E.J. (1980a), «Science and Technology in the American Metropolitan System», dans S.D. Brunn et J.D. Wheeler (éd.), *The American Metropolitan System: Present and Future*, chapitre 9, Winston & Sons, Wiley & Sons, N.Y., pp. 127-144.

Malecki, E.J. (1980b), «Dimension of R-D Location in the United States» *Research Policy*, no 9, pp. 2-22.

Malecki, E.J. (1980c), «Corporate Organization of R-D and the Location of Technological Activities», *Regional Studies*, vol. 14, pp. 219-234.

Malecki, E.J. (1982), «Federal R-D Spending in the United States of America: Some Impacts on Metropolitan Economies», *Regional Studies*, vol. 16, no 1, pp. 19-35.

Malecki, E.J. (1985), «Public Sector Research and Development and Regional Economic Performance in the United States», dans A.T. Thwaites et R.P. Okey (éd.), *The Regional Economic Impact of Technological Change*, Frances Pinter, London, pp. 115-131.

Malecki, E.J. (1986), «Research and Development and the Geography of High Technology Complexes», dans John Rees (éd.), *Technology, Regions and Policy*, Rowman & Littlefield, Totowa, N.J., pp. 51-74.

Mansfield, E. et al. (1971), *Research and Innovation in the Modern Corporation*, W. Norton, New York.

Marcus, M. (1965), «Agglomeration Economies: A Suggested Approach», *Land Economics*, vol. 41, pp. 279-284.

Martin, A.R. (1983), «Economic Innovation and Sociological Analysis: A Proposal for a Model of Entrepreneurship in Urban Economic Development», Montréal, Université Concordia, Département de sociologie, mémoire de maîtrise.

Martin, F., Swan, N., Banks, I., Barker, G., et Beaudry, R. (1979), *Comparaison interrégionale de la diffusion des innovations au Canada*, Conseil économique du Canada, Ministère des Approvisionnements et Services du Canada

Martin, F. (1982), «Progrès technologique et structure industrielle régionale», *Actualité économique* (juillet-septembre).

Martin, F. (1985a), *La localisation de l'industrie pharmaceutique au Canada*, rapport soumis à la Commission d'enquête sur l'industrie pharmaceutique, H.C. Eastman, commissaire, Toronto; publié par Ministère des Approvisionnements et Services du Canada

Martin, F. (1985b), «A Method for Evaluating the Establishment and Performance of Public Holding Enterprises», Cahier 8541, C.R.D.E. et Département de sciences économiques, Université de Montréal; disponible (1986) sous le titre «Evaluacion del Establecimiento y Desempeno de las Empresas Controladoras», *Empresa Publica*, vol. 1, no 1 (mars-avril).

Martin, F. (1986a), «L'entrepreneurship et le développement local: une évaluation», *Revue canadienne des sciences régionales*, vol. IX, no 1, pp. 1-25.

Martin, F. (1986b), «Repercussions of Industrialized Redeployment upon the International Role of Montreal», dans Mike Danson (éd.), *Redundancy and Recession Restructuring the Regions?*, Geo Books, Norwich England, pp. 147-159.

Martin, F. (à paraître), «The Influence of Unemployment Insurance Benefits upon the Social Cost of Labories Lagging Regions», dans *Essays in Honour of François Perroux*, Allan & Unwin, New York.

Massow, V. (1984), «The Role of Universities in Economic Development: National, Regional and International», *Technology in Society*, vol. 5, no 3/4, pp. 261-267.

MEER-Rimouski (1982), *Étude d'impact socio-économique du projet d'implantation de la Papeterie Soucy/Rexfor à Matane*, miméo (juillet), 38 pages.

Miller, R. et Côté, R. (1985), «Growing the Next Silicon Valley», *Harvard Business Review* (juillet-août), pp. 114-123.

Pascal, A.M. et McCall, J.J. (1980), «Agglomeration Economies, Search Costs and Industrial Location», *Journal of Urban Economics*, vol. 8, pp. 383-388.

Pazderka, B. (1985), *Multinational R-D Activity in the Pharmaceutical Industry*, Ministère des Approvisionnements et Services du Canada.

Perrin, J.C. (1986), «Le phénomène Sofia-Antipolis dans son environnement régional», dans P. Aydalot (éd.), *Milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris, pp. 283-302.

Peyrache, V. (1986), «Mutations régionales vers les technologies nouvelles, le cas de la région de Saint-Étienne», dans P. Aydalot (éd.), *Milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris, pp. 195-217.

Piatier, A. (1986), «La région, réceptrice de fonctions nouvelles», *Revue d'économie régionale et urbaine*, no 1, pp. 61-80.

Planque, B. (1982), «Les fonctions de recherche et leur environnement local», *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, no 3, pp. 283-312.

Planque, B. (1983), *Le développement décentralisé. Dynamique spatiale de l'économie et planification régionale*, LITEC, Paris.

Planque, B. (1985a), «Décentralisation économique et décentralisation politique en France», *Revue canadienne de sciences régionales*, vol. VIII, no 3 (automne), pp. 333-352.

Planque, B. (1985b), «Le développement par les activités de haute technologie et ses répercussions spatiales. L'exemple de la Silicon Valley», *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, no 5, pp. 911-942.

Planque, B. (1986), «P.M.E. innovatrices et synergie locale. Problématique et propositions méthodologiques», communication présentée au Colloque «Technologies nouvelles et développement régional de l'A.S.R.D.L.F.», Paris (1-3 septembre).

Pottier, C. (1985), «The Adaptation of Regional Industrial Structure to Technical Changes», *Papers of the Regional Science Association*, vol. 58, pp. 59-72.

Rees, J. (éd.) (1986), *Technology, Regions and Policy*, Rowman and Littlefield, Totowa, N.J., 377 pages.

Richardson, H.W. (1973a), *Regional Growth Theory*, MacMillan, London.

Richardson, H.W. (1973b), *The Economics of Urban Size*, Saxon House, Lexington Books, Lexington, Mass.

Sabel, C.F. (1982), *Work and Politics*, New York, Cambridge University Press.

Sakashita, N. (1967), «Production Function, Demand Function and Location Theory of the Firms», *Regional Science Association Papers*, no XX, pp. 109-122.

Sallez, A. (1983), «Division spatiale du travail, développement régional polarisé et théorie de la localisation», *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, no 1, pp. 69-96.

Savy, M. (1986), «Les territoires de l'innovation. Technopôles et aménagement: l'expérience française», *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, no 1, pp. 41-60.

Shefer, D. (1973), «Localisation Economies in SMSA: A Production Function Analysis», *Journal of Regional Science*, vol. 13, pp. 55-64.

Steed, G.F. et De Genova, D. (1983), «Ottawa's Technology-Oriented Complex», *Canadian Geographer*, vol. XXVII, no 3.

Steed, G.F. et Nichol, L.J. (1985), «Entrepreneurs, Incubators and Indigenous Regional Development: Ottawa's Experience» (mimeo).

Stöhr, W.B. (1986), «Territorial Innovation Complexes», dans P. Aydalot (éd.), *Milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris, pp. 29-57.

Svedberg, B. (1984), «Electronics», *Technology in Society*, vol. 5, pp. 181-185.

Sweetman, R. (1982), «Ottawa also is our High-Tech Capital», *Canadian Geographic*, (mars), pp. 20-31.

Thwaites, A. T., Edwards, A., et Gibbs, D. (1982), *The Interregional Diffusion of Production Innovations in Great Britain*, Final Report (University of New-Castle upon Tyne, Centre for Urban and Regional Development Studies).

United Nations (1979), *Transnational Corporations and the Pharmaceutical Industry*, no E79IIA, New York.

Université de Montréal (1985), *Rapport Lacroix: La poursuite de l'excellence*, groupe de travail sur les priorités présentées au Comité de planification de l'Université de Montréal (juillet).

Vining, D.R. et Cochrane, S.G. (1985), «Recent Trends in Migration Between Core and Peripheral Regions in Developed and Advanced Developing Countries», conférence présentée à la Conférence annuelle de la Canadian Regional Science Association, Montréal (29-30 mai).

Wachter, S. (1986), «Politiques publiques et découpage de l'espace: l'aménagement du territoire et les pôles», communication présentée au Colloque «Technologies nouvelles et de développement régional de l'A.S.R.D.L.F.», Paris (1-3 septembre).

Wallmark, J.T., Eckerstein, S., Langered, B., et Holmgvist, H.E.S. (1973), «The Increase in Efficiency with Size of Research Teams», *IEEE Transaction on Engineering Management*, vol. EM-20, no 3 (août), pp. 80-86.

Weber, A. (1929), *Theory of the Location of Industries*, traduit par C.C. Friedrich, Chicago, University of Chicago Press.

Williamson, O.E., (1981), «The Modern Corporation: Origins, Evolution, Attributes», *Journal of Economic Literature*, vol. XIX, no 4 (décembre), pp. 1537-1570.

Annexe statistique du chapitre 6

Tableau A-1: Montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds et par université dans les sciences pures et appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	Université Laval		Université de Montréal (total)		Université de Sherbrooke		Universités du Québec (total)		UQAC		UQAM	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	60 629	218 627	298 173	1 235 161	82 415	535 855	110 185	243 261	0	14 000	13 500	109 955
Fondations, associations	41 500	231 022	274 388	284 735	210 679	226 419	108 275	494 768	50 400	112 000	8 500	75 167
Particuliers	0	0	0	0	0	0	0	3 725	0	0	0	0
Autres (privé)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total privé	102 129	499 649	572 561	1 519 896	293 094	762 274	218 460	741 754	50 400	126 000	22 000	185 122
Gouvernement fédéral	3 575 064	6 366 546	4 968 956	7 086 585	1 931 063	3 399 802	2 323 142	3 304 719	175 504	387 864	240 205	333 026
Gouvernement du Québec	1 563 723	2 554 819	2 083 107	2 228 754	1 016 792	1 023 884	1 081 815	1 420 735	106 266	117 245	227 150	217 636
Munic. autres gouvern.	0	41 675	48 295	215 892	14 962	0	18 454	0	0	0	0	0
Autres (public)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total public	5 138 787	8 963 040	7 100 358	9 531 231	2 962 817	4 423 686	3 423 411	4 725 453	281 770	505 109	467 355	751 679
Institutions d'enseignement	27 700	176 064	1 066 064	263 879	140 600	49 628	321 765	499 995	35 340	52 000	69 761	165 717
Institutions de santé	8 213	13 000	12 920	2 000	0	0	0	0	0	0	0	0
Sociétés d'État québécoises	267 958	282 812	443 112	769 387	210 465	267 404	303 941	364 797	0	29 000	77 066	34 300
Sociétés d'État ou autres parap.	0	0	14 347	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total parapublic	303 871	471 876	1 536 443	1 035 266	351 065	317 032	625 706	864 792	35 340	81 000	146 827	200 017
Divers	7 624	0	0	12 910	0	0	0	0	0	0	0	0
Total canadien	5 552 411	9 884 565	9 209 362	12 099 305	3 606 976	5 502 992	4 267 577	6 331 999	367 510	712 109	636 182	1 136 818
Total non canadien	0	150 065	268 800	339 568	84 911	58 609	0	22 571	0	0	0	0
Indéterminés	14 452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ensemble	5 566 863	10 034 630	9 478 162	12 438 871	3 691 887	5 561 601	4 267 577	6 354 570	367 510	712 109	636 182	1 136 818

Source: voir page suivante.

Tableau A-1 (suite): Montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds et par université dans les sciences pures et appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	U.Q.T.R.		UQAR		Université Bishop's		Université McGill		Université Concordia		Ensemble des universités	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	25 800	17 300	0	500	0	0	953 642	2 532 737	109 651	82 994	1 614 695	4 848 635
Fondations, associations	0	141 600	0	16 520	2 137	7 844	628 579	590 604	0	19 000	1 265 558	1 854 392
Particuliers	0	3 725	0	0	0	0	218 675	300 312	0	0	218 675	304 037
Autres (privé)	0	0	0	0	0	0	9 670	0	0	0	9 670	0
Sous-total privé	25 800	162 625	0	17 020	2 137	7 844	1 810 566	3 423 653	109 651	101 994	3 108 598	7 007 064
Gouvernement fédéral	418 161	748 547	121 814	131 367	7 000	45 000	7 475 139	12 616 385	1 154 134	2 604 052	21 434 498	35 423 089
Gouvernement du Québec	177 964	493 503	99 500	82 400	0	0	856 950	1 459 233	214 750	339 070	6 817 157	9 026 494
Munic. autres gouvern.	0	0	0	0	0	0	5 000	33 820	0	0	86 711	291 387
Autres (public)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total public	596 125	1 242 050	221 314	213 767	7 000	45 000	8 337 089	14 109 438	1 368 884	2 943 122	28 338 346	44 740 970
Institutions d'enseignement	176 910	87 939	24 618	77 674	0	0	20 000	0	18 840	20 600	1 594 980	1 010 166
Institutions de santé	0	0	0	0	0	0	198 505	0	0	0	219 638	15 000
Sociétés d'État québécoises	142 590	171 250	0	0	0	0	33 156	21 869	0	0	1 258 632	1 706 269
Sociétés d'État ou autres parap.	0	0	0	0	0	0	17 715	19 700	0	0	32 062	19 700
Sous-total parapublic	319 500	259 189	24 618	77 674	0	0	269 376	41 569	18 840	20 600	3 105 308	2 751 135
Divers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7 624	12 910
Total canadien	941 425	1 663 864	245 932	308 461	9 137	52 844	10 417 031	17 574 660	1 497 375	3 065 716	34 559 869	54 512 079
Total non canadien	0	10 023	0	0	0	0	491 854	784 010	11 438	173 870	857 003	1 528 693
Indéterminés	0	0	0	0	0	0	0	0	19 800	0	34 252	0
Ensemble	941 425	1 673 887	245 932	308 461	9 137	52 844	10 908 885	18 358 670	1 528 613	3 239 586	35 451 124	56 040 772

Source: La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec, D.G.E.R.U., 1977-1978 et 1981-1982.

Tableau A-2: Montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds et par université dans les sciences pures, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	Université Laval		Université de Montréal (total)		Université de Sherbrooke		Universités du Québec (total)		UQAC		UQAM	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	7 244	38 600	29 500	120 284	16 180	431 348	75 790	207 211	0	0	7 500	109 955
Fondations, associations	41 500	199 522	145 267	156 557	210 679	200 440	75 875	394 551	18 000	92 000	8 500	22 730
Particuliers	0	0	0	0	0	0	0	3 725	0	0	0	0
Autres (privé)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total privé	48 744	238 122	174 767	276 841	226 859	631 788	151 665	605 487	18 000	92 000	16 000	132 685
Gouvernement fédéral	1 976 637	3 085 551	2 587 615	3 322 269	1 493 816	2 147 228	1 698 726	2 352 526	60 934	249 505	193 205	333 702
Gouvernement du Québec	757 502	1 013 301	789 382	897 906	537 008	350 295	836 875	895 065	30 211	7 025	162 000	183 237
Munic. autres gouvern.	0	0	0	0	0	0	18 454	0	0	0	0	0
Autres (public)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total public	2 734 139	4 098 859	3 376 997	4 220 175	2 030 904	2 497 523	2 554 055	3 247 611	91 145	256 530	355 205	516 939
Institutions d'enseignement	15 200	55 061	527 680	166 675	100 400	37 648	199 187	353 084	9 765	36 500	64 768	106 717
Institutions de santé	0	0	10 920	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sociétés d'État québécoises	182 958	137 163	303 942	69 738	0	0	263 091	247 047	0	0	54 066	34 300
Sociétés d'État ou autres parap.	0	0	9 347	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total parapublic	198 158	192 224	851 899	236 413	100 400	37 648	462 278	600 131	9 765	36 500	118 834	141 017
Divers	7 624	0	0	12 910	0	0	0	0	0	0	0	0
Total canadien	2 988 665	4 529 205	4 403 663	4 746 339	2 358 163	3 166 959	3 167 998	4 453 229	118 910	385 030	490 039	780 641
Total non canadien	0	77 881	128 760	170 023	23 847	0	0	22 571	0	0	0	0
Indéterminés	1 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ensemble	2 990 165	4 607 086	4 532 423	4 916 362	2 382 010	3 166 959	3 167 998	4 475 800	118 910	385 030	490 039	780 641

Source: voir page suivante.

Tableau A-2 (suite): Montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds et par université dans les sciences pures, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	U.Q.T.R.		UQAR		Université Bishop's		Université McGill		Université Concordia		Ensemble des uni-ersités	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	24 450	15 000	0	0	0	0	478 855	852 309	5 000	5 000	612 569	1 654 752
Fondations, associations	0	136 900	0	6 520	2 137	7 844	505 010	441 451	0	9 000	980 468	1 409 365
Particuliers	0	3 725	0	0	0	0	47 616	13 005	0	0	47 616	16 730
Autres (privé)	0	0	0	0	0	0	9 670	0	0	0	9 670	0
Sous-total privé	24 450	155 625	0	6 520	2 137	7 844	1 041 151	1 306 765	5 000	14 000	1 650 323	3 080 847
Gouvernement fédéral	198 009	507 746	121 814	121 762	6 000	45 000	5 725 699	8 375 961	240 487	650 836	13 728 980	19 979 378
Gouvernement du Québec	113 409	194 403	95 000	68 500	0	0	489 600	553 194	19 150	70 100	3 429 597	3 779 881
Munic. autres gouvern.	0	0	0	0	0	0	0	33 820	0	0	18 454	33 820
Autres (public)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total public	311 418	702 149	216 814	190 262	6 000	45 000	6 215 299	8 962 975	259 637	720 936	17 177 031	23 793 079
Institutions d'enseignement	104 450	70 976	16 080	65 526	0	0	20 000	0	13 690	13 100	876 167	625 568
Institutions de santé	0	0	0	0	0	0	198 505	0	0	0	209 425	0
Sociétés d'État québécoises	142 590	85 000	0	0	0	0	0	0	0	0	749 991	453 948
Sociétés d'État ou autres parap.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9 347	0
Sous-total parapublic	247 040	155 976	16 080	65 626	0	0	218 505	0	13 690	13 100	1 844 930	1 079 516
Divers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7 624	12 910
Total canadien	582 908	1 013 750	232 894	262 408	8 137	52 844	7 474 955	10 269 740	278 327	748 036	20 679 908	27 966 352
Total non canadien	0	10 023	0	0	0	0	210 699	282 232	0	35 400	363 306	588 107
Indéterminés	0	0	0	0	0	0	0	0	3 000	0	4 500	0
Ensemble	582 908	1 023 773	232 894	262 408	8 137	52 844	7 685 654	10 551 972	281 327	783 436	21 047 714	28 554 459

Source: La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec, D.G.E.R.U., 1977-1978 et 1981-1982.

Tableau A-3: Montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds et par université dans les sciences appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	Université Laval		Université de Montréal (total)		Université de Sherbrooke		Universités du Québec (total)		UQAC		UQAM	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	53 385	180 027	268 673	1 114 877	66 235	104 507	34 395	36 050	0	14 000	6 000	0
Fondations, associations	0	31 500	129 121	128 178	0	25 979	32 400	100 217	32 400	20 000	0	52 437
Particuliers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autres (privé)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total privé	53 385	211 527	297 794	1 243 055	66 235	130 486	66 795	136 267	32 400	34 000	6 000	52 437
Gouvernement fédéral	1 568 427	3 280 988	2 381 341	3 764 316	437 247	1 252 574	624 416	952 193	114 570	138 359	47 000	200 341
Gouvernement du Québec	806 221	1 541 518	1 293 725	1 330 848	479 704	673 589	244 940	525 649	76 055	110 220	65 150	34 399
Munic. autres gouvern.	0	41 675	48 295	215 892	14 962	0	0	0	0	0	0	0
Autres (public)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total public	2 404 648	4 864 181	3 723 361	5 311 056	931 913	1 926 163	869 356	1 477 842	190 625	248 579	112 150	234 740
Institutions d'enseignement	12 500	121 003	538 374	97 204	40 200	11 980	122 578	146 911	25 575	15 500	4 993	59 000
Institutions de santé	8 213	13 000	2 000	2 000	0	0	0	0	0	0	0	0
Sociétés d'État québécoises	85 000	145 649	139 170	699 649	210 465	267 404	40 850	117 750	0	29 000	23 000	0
Sociétés d'État ou autres parap.	0	0	5 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total parapublic	105 713	279 652	684 544	798 853	250 665	279 384	163 428	264 661	25 575	44 500	27 993	59 000
Divers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total canadien	2 563 746	5 355 340	4 825 699	7 352 964	1 248 813	2 336 033	1 099 579	1 878 770	248 600	327 079	146 143	346 177
Total non canadien	0	72 184	140 040	169 545	61 064	58 609	0	0	0	0	0	0
Indéterminés	12 952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ensemble	2 576 698	5 427 544	4 945 739	7 522 509	1 309 877	2 394 642	1 099 579	1 878 770	248 600	327 079	146 143	346 177

Source: voir page suivante.

Tableau A-3 (suite): Montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds et par université dans les sciences appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	U.Q.T.R.		UQAR		Université Bishop's		Université McGill		Université Concordia		Ensemble des universités	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	1 350	2 300	0	500	0	0	474 787	1 680 428	104 651	77 994	1 002 126	3 193 883
Fondations, associations	0	4 700	0	10 000	0	0	123 569	149 153	0	10 000	285 090	445 027
Particuliers	0	0	0	0	0	0	171 059	287 307	0	0	171 059	287 307
Autres (privé)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total privé	1 350	7 000	0	10 500	0	0	769 415	2 116 888	104 651	87 994	1 458 275	3 926 217
Gouvernement fédéral	220 152	240 801	0	9 605	1 000	0	1 749 440	4 240 424	913 647	1 953 216	7 705 518	15 443 711
Gouvernement du Québec	64 555	299 100	4 500	13 930	0	0	367 350	906 039	195 600	268 970	3 387 540	5 246 613
Munic. autres gouvern.	0	0	0	0	0	0	5 000	0	0	0	68 257	257 567
Autres (public)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total public	284 707	539 901	4 500	23 505	1 000	0	2 121 790	5 146 463	1 109 247	2 222 186	11 161 315	20 947 891
Institutions d'enseignement	72 460	16 963	8 538	12 048	0	0	0	0	5 150	7 500	718 802	384 598
Institutions de santé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 213	15 000
Sociétés d'État québécoises	0	86 250	0	0	0	0	33 156	21 869	0	0	508 641	1 252 321
Sociétés d'État ou autres parap.	0	0	0	0	0	0	17 715	19 700	0	0	22 715	19 700
Sous-total parapublic	72 460	103 213	8 538	12 048	0	0	50 871	41 569	5 150	7 500	1 260 371	1 671 619
Divers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total canadien	358 517	650 114	13 038	46 053	1 000	0	2 942 076	7 304 920	1 219 048	2 317 680	13 879 961	26 545 727
Total non canadien	0	0	0	0	0	0	281 155	501 778	11 438	138 470	493 697	940 586
Indéterminés	0	0	0	0	0	0	0	0	16 800	0	29 752	0
Ensemble	358 517	650 114	13 038	46 053	1 000	0	3 223 231	7 806 698	1 247 286	2 456 150	14 403 410	27 486 313

Source: La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec, D.G.E.R.U., 1977-1978 et 1981-1982.

Tableau A-4: Répartition entre les universités des montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds à l'intérieur des sciences pures et appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	Université Laval		Université de Montréal (total)		Université de Sherbrooke		Université du Québec (total)		UQAC		UQAM	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	3,8	4,5	18,5	25,5	5,1	11,1	6,8	5,0	0,0	0,3	0,8	2,3
Fondations, associations	3,3	12,5	21,7	15,4	16,6	12,2	8,6	26,7	4,0	6,0	0,7	4,1
Particuliers	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Autres (privé)	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	-
Sous-total privé	3,3	6,4	18,4	21,7	9,4	10,9	7,0	10,6	1,6	1,8	0,7	2,6
Gouvernement fédéral	16,7	18,0	23,2	20,0	9,0	9,6	10,8	9,3	0,8	1,1	1,1	0,9
Gouvernement du Québec	22,9	28,3	30,6	24,7	14,9	11,3	15,9	15,7	1,6	1,3	3,3	2,4
Munic. autres gouvern.	0,0	14,3	55,7	74,1	17,3	0,0	21,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Autres (public)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sous-total public	18,1	20,0	25,1	21,3	10,5	9,9	12,1	10,6	1,0	1,1	1,6	1,7
Institutions d'enseignement	1,7	17,4	66,8	26,1	8,8	4,9	20,2	49,5	2,2	5,1	4,4	16,4
Institutions de santé	3,7	86,7	5,9	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sociétés d'État québécoises	21,3	16,6	35,2	45,1	16,7	15,7	24,1	21,4	0,0	1,7	6,1	2,0
Sociétés d'État ou autres parap.	0,0	0,0	44,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sous-total parapublic	9,8	17,2	49,5	37,6	11,3	11,5	20,1	31,4	1,1	2,9	4,7	7,3
Divers	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total canadien	16,1	18,1	26,6	22,2	10,4	10,1	12,3	11,6	1,1	1,3	1,8	2,1
Total non canadien	0,0	9,8	31,4	22,2	9,9	3,8	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Indéterminés	42,2	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—
Ensemble	15,7	17,9	26,7	22,2	10,4	9,9	12,0	11,3	1,0	1,3	1,8	2,0

Source: voir page suivante.

Tableau A-4 (suite): Répartition entre les universités des montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds à l'intérieur des sciences pures et appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	U.Q.T.R.		UQAR		Université Bishop's		Université McGill		Université Concordia		Région de Montréal		Ensembles des universités	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	1,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	59,1	52,2	6,8	1,7	89,6	83,7	100,0	100,0
Fondations, associations	0,0	7,6	0,0	0,9	0,2	0,4	49,7	31,8	0,0	1,0	76,2	60,8	100,0	100,0
Particuliers	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	98,8	0,0	0,0	100,0	98,8	100,0	100,0
Autres (privé)	0,0	—	0,0	—	0,0	—	100,0	—	0,0	—	100,0	—	100,0	—
Sous-total privé	0,8	2,3	0,0	0,2	0,1	0,1	58,2	48,7	3,5	1,5	84,8	78,3	100,0	100,0
Gouvernement fédéral	2,0	2,1	0,6	0,4	0,0	0,1	34,9	35,6	5,4	7,4	70,9	68,8	100,0	100,0
Gouvernement du Québec	2,6	5,5	1,5	0,9	0,0	0,0	12,6	16,2	3,2	3,8	56,6	52,7	100,0	100,0
Munic. autres gouvern.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	11,6	0,0	0,0	82,8	85,7	100,0	100,0
Autres (public)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sous-total public	2,1	2,8	0,8	0,5	0,0	0,1	29,4	31,5	4,8	6,6	67,5	65,7	100,0	100,0
Institutions d'enseignement	11,1	8,7	1,5	7,7	0,0	0,0	1,3	0,0	1,2	2,0	74,7	56,1	100,0	100,0
Institutions de santé	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,4	0,0	0,0	0,0	96,3	13,3	100,0	100,0
Sociétés d'État québécoises	11,3	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	1,3	0,0	0,0	50,6	56,1	100,0	100,0
Sociétés d'État ou autres parap.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,3	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Sous-total parapublic	10,3	9,4	0,8	2,8	0,0	0,0	8,7	1,5	0,6	0,7	66,7	56,1	100,0	100,0
Divers	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
Total canadien	2,7	3,1	0,7	0,6	0,0	0,1	30,1	32,2	4,3	56,6	68,8	66,7	100,0	100,0
Total non canadien	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	57,4	51,3	1,3	11,4	90,1	85,7	100,0	100,0
Indéterminés	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	57,8	—	57,8	—	100,0	—
Ensemble	2,7	3,0	0,7	0,6	0,0	0,1	30,8	32,8	4,3	5,8	69,4	67,3	100,0	100,0

Source: La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec, D.G.E.R.U., 1977-1978 et 1981-1982.

Tableau A-5: Répartition entre les universités des montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds à l'intérieur des sciences appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	Université Laval		Université de Montréal (total)		Université de Sherbrooke		Université du Québec (total)		UQAC		UQAM	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	5,3	5,6	26,8	34,9	6,6	3,3	3,4	1,1	0,0	0,4	0,6	0,0
Fondations, associations	0,0	7,1	45,3	28,8	0,0	5,8	11,4	22,5	11,4	4,5	0,0	11,8
Particuliers	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Autres (privé)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sous-total privé	3,7	5,4	27,3	31,7	[illegible]	3,3	4,6	3,5	2,2	0,9	0,4	1,3
Gouvernement fédéral	20,7	21,2	30,9	24,4	5,7	8,1	8,1	6,2	1,5	0,9	0,6	1,3
Gouvernement du Québec	23,8	29,4	38,2	25,4	14,2	12,8	7,2	10,0	2,2	2,1	1,9	0,7
Munic. autres gouvern.	0,0	16,2	70,8	83,8	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Autres (public)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sous-total public	21,5	23,2	33,3	25,4	8,3	9,2	7,8	7,1	1,7	1,2	1,0	1,1
Institutions d'enseignement	1,7	31,5	74,9	25,3	5,6	3,1	17,1	38,2	3,6	4,0	0,7	15,3
Institutions de santé	80,4	86,7	19,6	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sociétés d'État québécoises	16,7	11,6	27,4	55,9	41,4	21,4	8,0	9,4	0,0	2,3	4,5	0,0
Sociétés d'État ou autres parap.	0,0	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sous-total parapublic	8,4	16,7	54,3	47,8	19,9	16,7	13,0	15,8	2,0	2,7	2,2	3,5
Divers	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total canadien	18,5	20,2	34,6	27,7	9,0	8,8	7,9	7,1	1,8	1,2	1,1	1,3
Total non canadien	0,0	7,7	28,4	18,0	12,4	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Indéterminés	43,5	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—
Ensemble	17,9	19,7	34,3	27,4	9,1	8,7	7,6	6,8	1,7	1,2	1,0	1,3

Source: voir page suivante.

Tableau A-5 (suite): Répartition entre les universités des montants accordés en subventions et contrats, par catégorie de pourvoyeurs de fonds à l'intérieur des sciences pures et appliquées, 1977-1978 et 1981-1982

Pourvoyeur	U.Q.T.R.		UQAR		Université Bishop's		Université McGill		Université Concordia		Région de Montréal		Ensembles des universités	
	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82	1977-78	1981-82
Compagnies, corporations	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	47,4	52,6	10,4	2,4	87,9	90,5	100,0	100,0
Fondations, associations	0,0	1,1	0,0	2,2	0,0	0,0	43,3	33,5	0,0	2,2	88,6	79,2	100,0	100,0
Particuliers	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Autres (privé)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sous-total privé	0,1	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	52,8	53,9	7,2	2,2	89,6	89,6	100,0	100,0
Gouvernement fédéral	2,9	1,6	0,0	0,1	0,0	0,0	22,7	27,5	11,9	12,6	69,2	68,1	100,0	100,0
Gouvernement du Québec	1,9	5,7	0,1	0,3	0,0	0,0	10,8	17,3	5,8	5,1	57,8	49,7	100,0	100,0
Munic. autres gouvern.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	78,1	83,8	100,0	100,0
Autres (public)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sous-total public	2,6	2,6	0,0	0,1	0,0	0,0	19,0	24,6	9,9	10,6	65,7	63,8	100,0	100,0
Institutions d'enseignement	10,1	4,4	1,2	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,0	77,8	54,0	100,0	100,0
Institutions de santé	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	13,3	100,0	100,0
Sociétés d'État québécoises	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	1,7	0,0	0,0	41,9	57,8	100,0	100,0
Sociétés d'État ou autres parap.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,0	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0
S-tot-total parapublic	5,7	6,2	0,7	0,7	0,0	0,0	4,0	2,5	0,4	0,4	63,3	56,9	100,0	100,0
Divers	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total canadien	2,6	2,4	0,1	0,2	0,0	0,0	21,2	27,5	8,8	8,7	68,0	67,2	100,0	100,0
Total non canadien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,9	53,3	2,3	14,7	87,6	86,0	100,0	100,0
Indéterminés	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	56,5	—	56,5	—	100,0	—
Ensemble	2,5	2,4	0,1	0,2	0,0	0,0	22,4	28,4	8,7	8,9	68,7	67,7	100,0	100,0

Source: La recherche subventionnée et commanditée dans les universités du Québec, D.G.E.R.U., 1977-1978 et 1981-1982.

Tableau A-6: Nombre de subventions individuelles du C.R.S.N.G.

	UQAM				Université Laval				Université McGill				Université de Montréal (total)				Université de Sherbrooke			
	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84
Biologie animale					8	10	10		11	9	13		11	13	12		2	2	2	
Biologie cellulaire	4	3	2		12	14	15		12	13	13		12	10	13		4	6	6	
Biologie des plantes	1	1	1		9	8	7		4	4	6		2	2	3		2	1	1	
Chimie	4	4	3		10	11	12		29	30	28		19	22	21		12	11	13	
Science informatique	1	1	3		6	6	6		11	10	12		23	21	20				1	
Science de la terre	3	3	4		12	11	15		19	20	19		25	22	24		3	3	3	
Science statistique	3	5	6		3	5	4		7	9	7		11	13	14		1	1	3	
Physique					19	18	18		16	16	16		23	22	21		10	11	10	
Mathématiques	3	1	2		18	15	16		31	27	26		27	24	23		4	6	7	
Astronomie	1	1			3	3	3		8	9	9		6	7	8					
Biologie de la population	2		3		12	12	12		13	12	14		7	9	11			1	2	
Science nucléaire					5	4	4		2	2	3		5	5	6					
TOTAL	**22**	**19**	**24**		**117**	**117**	**122**		**163**	**161**	**166**		**171**	**170**	**176**		**38**	**42**	**48**	

	Université Concordia				Région de Montréal				Québec				Canada			
	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84
Biologie animale	3	4	4		25	26	29		37	40	43		333	334	338	
Biologie cellulaire	7	6	9		35	32	37		61	61	67		359	364	356	
Biologie des plantes	2	3	3		9	10	13		20	19	21		218	226	235	
Chimie	4	6	7		56	62	59		82	90	89		518	530	539	
Science informatique	13	15	14		48	47	49		55	55	58		255	271	284	
Science de la terre					47	45	47		71	67	76		462	455	490	
Science statistique	4	8	7		25	35	34		30	42	42		122	170	174	
Physique	5	5	6		44	43	43		94	92	83		425	410	413	
Mathématiques	13	11	12		74	63	63		102	90	91		576	531	547	
Astronomie					15	17	17		18	20	20		123	127	135	
Biologie de la population	2	3	2		24	24	30		43	42	56		313	320	331	
Science nucléaire			1		7	7	10		12	11	14		54	49	50	
TOTAL	**53**	**61**	**65**		**409**	**411**	**431**		**625**	**629**	**660**		**3 758**	**3 787**	**3 892**	

Source: Compilations spéciales du C.R.S.N.G. et du Rapport Lacroix, tableau A.8.2.

Tableau A-7: Nombre de subventions du C.R.S.N.G. «top 50 %»

	UQAM				Université Laval				Université McGill				Université de Montréal (total)				Université de Sherbrooke			
	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84
Biologie animale				1	3	5	3	3	5	4	6	8	5	6	6	9	1	1	1	1
Biologie cellulaire	1				4	4	4	4	8	7	7	6	4	3	5	5	1	1	2	2
Biologie des plantes					2	2	1	1	4	4	4	3								1
Chimie				1	3	4	3	4	17	16	17	15	7	6	7	8	4	6	6	6
Science informatique			1	1	1				3	5	7	6	14	13	11	12				
Science de la terre	1	1	1	1	4	4	4	2	12	11	12	11	10	10	10	10	1	1	2	2
Science statistique						1	2	1	5	7	5	7	8	9	10	10			1	
Physique					10	12	11	11	13	13	13	12	11	11	10	11	4	4	4	4
Mathématiques	1		1	1	5	5	6	6	23	20	22	18	19	16	14	17	1	1		2
Astronomie					1	1	1	2	2	3	5	5	4	3	3	3			1	
Biologie de la population	1			6	6	7	8	6	8	10	9	3	4	5	6					
Science nucléaire					1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	3				
TOTAL	**4**	**1**	**3**	**5**	**40**	**45**	**43**	**43**	**99**	**99**	**109**	**101**	**88**	**85**	**85**	**94**	**12**	**14**	**17**	**18**

	Université Concordia				Région de Montréal				Québec				Canada			
	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84
Biologie animale				1	10	10	12	19	14	16	16	23	166	167	169	183
Biologie cellulaire	1	1	2	2	14	11	14	13	20	17	21	21	179	182	178	175
Biologie des plantes	1	1	1	1	5	5	5	4	7	7	6	6	109	113	117	124
Chimie	1	2	3	2	25	24	27	26	32	35	36	36	259	265	269	258
Science informatique	3	4	4	5	20	22	23	24	21	22	23	24	127	135	142	262
Science de la terre					23	22	23	22	30	29	31	28	231	227	245	247
Science statistique	2	3	2		15	19	17	17	15	20	20	18	61	85	87	91
Physique	1				25	24	23	23	45	43	40	42	213	205	206	201
Mathématiques	6	6	6	6	49	42	43	42	56	49	49	50	288	265	273	294
Astronomie					6	6	8	8	7	7	10	10	62	63	67	68
Biologie de la population	1	1	1		11	13	16	15	20	22	26	24	157	160	165	166
Science nucléaire					4	5	5	4	5	6	6	5	27	24	25	23
TOTAL	**16**	**18**	**19**	**17**	**287**	**283**	**216**	**217**	**272**	**273**	**284**	**287**	**1 879**	**1 891**	**1 943**	**1 992**

Source: Compilations spéciales du C.R.S.N.G.

Tableau A-8: Nombre de subventions du C.R.S.N.G. «top 20 %»

	UQAM				Université Laval				Université McGill				Université de Montréal (total)				Université de Sherbrooke			
	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84
Biologie animale					2	2	1	1	2	1	1	3	2	2	2	2				1
Biologie cellulaire					1	1	1	2	4	4	5	4	1	1	1	1				
Biologie des plantes					1	1	1	1	1	1	1	2								
Chimie								1	7	8	8	8	2	2	2	2	3	3	2	2
Science informatique									1	1	1	2	8	8	7	8				
Science de la terre					3	3	3	1	5	4	5	5	7	6	6	5				
Science statistique									2	3	2	3	3	3	3	2				
Physique					5	5	6	5	7	6	6	5	4	3	3	3	1	1	1	1
Mathématiques					1	1	1	2	8	8	10	11	10	10	9	10				
Astronomie									1	1	1	1	1	1	2	1				
Biologie de la population					3	2	3	5	4	3	5	5		1	1	1				
Science nucléaire									1	1	1	1	1	1	2	2				
TOTAL	**0**	**0**	**0**	**0**	**16**	**15**	**16**	**18**	**43**	**41**	**46**	**50**	**39**	**38**	**38**	**37**	**4**	**4**	**3**	**4**

	Université Concordia				Région de Montréal				Québec				Canada			
	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84	80-81	81-82	82-83	83-84
Biologie animale					4	3	3	5	6	5	4	7	66	66	67	73
Biologie cellulaire		1	1		5	6	7	5	6	8	9	9	71	72	71	69
Biologie des plantes					1	1	1	2	2	2	2	3	43	45	46	49
Chimie	1				10	10	10	10	13	13	12	13	103	105	107	103
Science informatique	1	1	1	2	10	10	9	12	10	10	9	12	50	54	56	64
Science de la terre					12	10	11	10	15	13	14	11	92	90	97	98
Science statistique	1	1			6	7	5	5	6	7	5	5	24	33	34	36
Physique					11	9	9	8	19	17	17	15	85	81	82	80
Mathématiques	1	1	2	2	19	19	21	23	20	20	22	25	115	106	109	117
Astronomie					2	2	3	2	2	2	3	2	24	25	26	27
Biologie de la population					4	4	6	6	7	6	9	11	62	63	66	66
Science nucléaire					2	2	3	3	2	2	3	3	10	9	9	9
TOTAL	**4**	**4**	**4**	**4**	**86**	**83**	**88**	**91**	**108**	**105**	**109**	**116**	**745**	**749**	**770**	**791**

Source: Compilations spéciales du C.R.S.N.G.

Tableau A-9: Nombre moyen (1980-1983) de professeurs ayant obtenu une subvention du C.R.S.N.G. (dépenses courantes: individus et équipes) par sous-secteur, pour chaque univesité (pour les départements de génie inclus dans le champ de l'étude seulement)

	Université McGill			Polytechnique			Université Concordia			Université Laval		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Génie industriel		0,3	1,0	1,0	2,6	6,6 (15)						
Génie physique				1,0	2,0	7,3 (15)			1,0			
Génie mécanique	5,0	11,0	18,0 (20)	1,0	2,6	10,6 (25)	4,3	11,0	21,6 (19)	1,0	3,6	11,0 (17)
Génie électrique	4,6	13,0	20,6 (26)	1,0	5,0	16,1 (31)	2,6	8,3	19,0 (19)	2,0	5,0	15,6 (21)
Génie informatique					1,0	3,0						
Génie civil	3,6	5,0	9,6 (15)	2,0	5,3	15,0 (29)	2,0	6,0	17,3 (22)	1,6	6,0	15,3 (18)
Génie chimique et métallurgique	4,6	11,3	25,3 (28)	2,0	8,0	20,6 (22)			1,0	1,0	7,6	16,3 (25)
TOTAL	**17,8**	**40,6**	**74,5 (90)**	**8,0**	**26,5**	**79,2 (137)**	**8,9**	**25,3**	**59,9 (62)**	**5,6**	**22,2**	**58,2 (81)**

	Université de Sherbrooke			I.N.R.S. Montréal			U.Q.T.R.			UQAC		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Génie industriel												1,0
Génie physique				1,6	4,6	12,3 (16)						1,0
Génie mécanique			6,6 (16)			1,5 (16)						1,0
Génie électrique	0,3	2,0	8,6 (18)		2,0	12,0 (23)			4,0 (18)			
Génie informatique						1,0 (7)						
Génie civil	0,6	3,0	10,3 (16)	1,6	2,6	6,3 (14)						1,3
Génie chimique et métallurgique	0,3	2,0	7,3 (10)		1,0	1,6 (30)		3,3	5,6		1,0	2,6
TOTAL	**1,2**	**7,0**	**32,8 (60)**	**3,2**	**10,2**	**34,7 (106)**		**3,3**	**9,6 (24)**		**1,0**	**6,9 (70)**

Source: Le secteur du génie et de la technologie en génie: Bilan factuel (incluant foresterie et c...), Conseil des universités, octobre 1984, pp. 193-196.

Note: Le nombre entre parenthèses indique le nombre de professeurs oeuvrant dans le secteur concerné.
A = top 20 %; B = top 50 %; C = total

2101-0039
518-0411